

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-153197

(43)Date of publication of application : 11.06.1996

(51)Int.Cl.

G06T 7/00

G06T 1/00

H04N 9/64

(21)Application number : 06-293467

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 28.11.1994

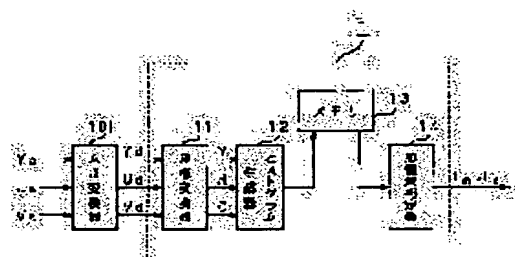
(72)Inventor : OGATA MASAMI

## (54) IMAGE PROCESSOR

## (57)Abstract:

PURPOSE: To provide an image processor which can speedily and accurately analyzes the skin color area of a person and detect the face area of the person.

CONSTITUTION: A converting means 11 converts illuminance data  $Y_a$  and color difference data  $U_a$  and  $V_a$  of digitized person image data into three attribute data which are illuminance data  $Y$ , hue data  $H$ , and chroma data  $C$ . A skin color pixel distribution generating means 12 extracts skin color pixels from the three attribute data obtained by the converting means 11 and generates a spatial skin color pixel distribution of the extracted skin color pixels. A face area deciding means 14 decides the face area of the person image by regarding an area where skin color pixels gathers closely as the skin color area according to the skin color pixel distribution generated by the skin color pixel distribution generating means 12.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

08.06.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3561985

[Date of registration]

11.06.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-153197

(43)公開日 平成8年(1996)6月11日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 T 7/00 1/00				
H 0 4 N 9/64	Z	9061-5H	G 0 6 F 15/ 70 15/ 66	3 1 0 3 1 0
審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 23 頁)				

(21)出願番号 特願平6-293467

(22)出願日 平成6年(1994)11月28日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 緒形 昌美

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内

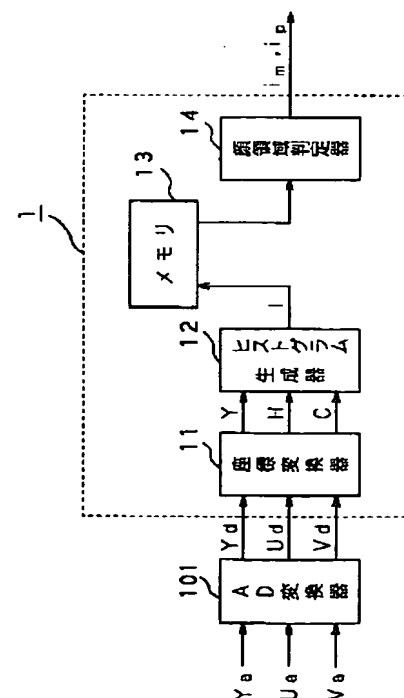
(74)代理人 弁理士 小池 晃 (外2名)

(54)【発明の名称】 画像処理装置

(57)【要約】

【目的】 人物の肌色領域の解析、及び、人物の顔領域の検出を高速に且つ正確に行うことができる画像処理装置を提供する。

【構成】 変換手段11は、デジタル化された人物画像データの輝度データ $Y_a$ と色差データ $U_a$ ,  $V_a$ を輝度データ $Y$ と色相データ $H$ とクロマデータ $C$ の3属性データに変換する。肌色画素分布生成手段12は、上記変換手段11により得られた3属性データから肌色画素を抽出し、抽出した肌色画素の空間的な肌色画素分布を生成する。顔領域判定手段14は、上記肌色画素分布生成手段12により生成された肌色画素分布から肌色画素が密集する領域を肌色領域として人物画像の顔領域を判定する。



(2)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力された人物画像データをデジタル化した輝度データと色差データに変換し、デジタル化された輝度データと色差データから肌領域を検出する肌領域検出手段を備える画像処理装置であって、

上記肌領域検出手段は、

上記輝度データと色差データを輝度データと色相データとクロマデータの3属性データに変換する変換手段と、  
上記変換手段により得られた3属性データから肌色画素を抽出する肌色画素抽出手段と、

上記肌色画素抽出手段により抽出された肌色画素の空間的な肌色画素分布を生成する肌色画素分布生成手段と、  
上記肌色画素分布生成手段により生成された肌色画素分布から肌色画素が密集する領域を肌色領域として人物画像の顔領域を判定する顔領域判定手段とを備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】 上記肌色画素分布生成手段は、人物画像の各水平位置毎に垂直方向に並ぶ肌色画素の数を累積した水平方向の肌色画素ヒストグラムである肌色画素分布を生成することを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

【請求項3】 上記肌色画素分布生成手段は、人物画像の各水平位置毎に垂直方向に並ぶ肌色画素の数を累積した水平方向の肌色画素ヒストグラムと人物画像の各垂直位置毎に水平方向に並ぶ肌色画素の数を累積した垂直方向の肌色画素ヒストグラムである肌色画素分布を生成することを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

【請求項4】 上記顔領域判定手段は、上記肌色画素分布生成手段により生成された肌色画素分布から肌色領域の大きさと縦横の長さの比を解析することにより顔領域を判定することを特徴とする請求項3記載の画像処理装置。

【請求項5】 上記変換手段により得られた輝度データから肌色領域における垂直方向の輝度変化を検出する垂直輝度変化検出手段を備え、

上記肌色画素分布生成手段は、上記肌色画素抽出手段により抽出された肌色画素の空間的な肌色画素分布を生成すると共に上記垂直輝度変化検出手段により検出された肌色領域における垂直方向の輝度変化の輝度変化分布を生成し、

上記顔領域判定手段は、上記肌色画素分布生成手段により生成された肌色画素分布と輝度変化分布とから人物画像の顔領域を判定することを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

【請求項6】 上記変換手段により得られた3属性データをブロックに分割した各ブロック毎の平均値を算出するブロック内算出手段を備え、

上記肌色画素抽出手段は、上記ブロック内算出手段により算出された各ブロックの平均値から肌色ブロックを抽出し、

2

上記肌色画素分布生成手段は、上記肌色画素抽出手段により抽出された肌色ブロックの空間的な肌色ブロック分布を生成し、

上記顔領域判定手段は、上記肌色画素分布生成手段により生成された肌色ブロック分布から人物画像の顔領域を判定することを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

【請求項7】 上記変換手段により得られた3属性データをブロックに分割した各ブロック毎の平均値と上記垂直輝度変化検出手段により検出された輝度変化をブロックに分割したブロックの輝度変化の最大値を算出するブロック内算出手段を備え、

上記肌色画素抽出手段は、上記ブロック内算出手段により算出された各ブロックの平均値から肌色ブロックを抽出し、

上記肌色画素分布生成手段は、上記肌色ブロック抽出手段により抽出された肌色ブロックの空間的な肌色ブロック分布と上記ブロック内算出手段により算出されたブロックの輝度変化の最大値の輝度変化分布を生成し、

上記顔領域判定手段は、上記肌色画素分布生成手段により生成された肌色ブロック分布及び輝度変化分布から人物画像の顔領域を判定することを特徴とする請求項5記載の画像処理装置。

【請求項8】 入力された人物画像データの輝度データに輪郭強調処理を行う輪郭強調手段と、  
入力された人物画像データの色差データを上記輪郭強調処理に要する時間に対応した遅延量を与える遅延手段とを備え、

上記肌領域検出手段により検出された肌領域情報に基づいて上記輪郭強調手段を制御することを特徴とする請求項1～7の何れか1項に記載の画像処理装置。

【請求項9】 輝度データと色差データに変換された人物画像データを上記肌領域検出手段で肌領域情報を検出するのに要する時間に対応した遅延量を与えて記憶する記憶手段と、

上記記憶手段に記憶された人物画像データを輝度データと色相データとクロマデータの3属性データに変換する変換手段と、

上記変換手段により得られた3属性データから肌色データを検出する検出手段とを備え、

上記遅延手段は、上記記憶手段に記憶された色差データに上記輪郭強調処理に要する時間に対応した遅延量を与え、

上記輪郭強調手段は、上記肌領域検出手段により検出された肌領域情報に基づいた制御により上記検出手段により検出された上記判定結果に対応する人物画像データの輝度データに輪郭強調処理を行うことを特徴とする請求項8記載の画像処理装置。

【請求項10】 入力された人物画像データからシーンの変わり目を検出するシーンチェンジ検出手段と、

(3)

3

上記シーンチェンジ検出手段の検出結果に基いて同じシーンが連続した場合のみ上記肌領域検出手段により検出された肌領域情報の空間的な位置を時間的に平滑化する平滑化手段とを備え、

上記輪郭強調手段は、上記平滑化手段からの肌領域情報に基いた制御により上記検出手段により検出された上記判定結果に対応する人物画像データの輝度データに輪郭強調処理を行うことを特徴とする請求項8記載の画像処理装置。

【請求項11】 入力された人物画像データの輝度データの階調特性を変換する階調変換手段と、

入力された人物画像データの色差データを上記階調変換手段で階調特性を変換するのに要する時間に対応した遅延量を与える遅延手段とを備え、

上記肌領域検出手段により検出された肌領域情報に基いて上記階調変換手段を制御することを特徴とする請求項1～7記載の画像処理装置。

【請求項12】 輝度データと色差データに変換された人物画像データを上記肌領域検出手段で肌領域情報を検出するのに要する時間に対応した遅延量を与えて記憶する記憶手段と、

上記記憶手段に記憶された人物画像データを輝度データと色相データとクロマデータの3属性データに変換する変換手段と、

上記変換手段により得られた3属性データから肌色データを検出する検出手段とを備え、

上記遅延手段は、上記記憶手段に記憶された色差データに上記階調変換手段で階調特性を変換するのに要する時間に対応した遅延量を与え、

上記階調変換手段は、上記肌領域検出手段により検出された肌領域情報に基いた制御により上記検出手段により検出された上記判定結果に対応する人物画像データの輝度データの階調特性を変換することを特徴とする請求項11記載の画像処理装置。

【請求項13】 入力された人物画像データからシーンの変わり目を検出するシーンチェンジ検出手段と、

上記シーンチェンジ検出手段の検出結果に基いて同じシーンが連続した場合のみ上記肌領域検出手段により検出された肌領域情報の空間的な位置を時間的に平滑化する平滑化手段とを備え、

上記階調変換手段は、上記平滑化手段からの肌領域情報に基いた制御により上記検出手段により検出された上記判定結果に対応する人物画像データの輝度データの階調特性を変換することを特徴とする請求項11記載の画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、人物画像の肌領域を検出する機能を備える画像処理装置に関するものであり、テレビジョンやビデオカメラ、ビデオプリンタ等の自然

4

画像を再現する装置に用いて好適な画像処理装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】一般に、画像処理装置では、画像の内容を解析し認識するために対象物が抽出される。その手法として、例えば、エッジを検出することにより対象物の輪郭線を求める方法、画像を明るさの様な部分領域に分割し対象物の占める領域を抽出する方法等がある。

【0003】また、テレビジョンやビデオカメラ、ビデオプリンタ等の自然画像を再現する装置では、上記画像処理装置により抽出した対象物に対して輪郭強調や階調変換等の処理が施される。これにより、画像の鮮鋭度やコントラスト感を向上させている。

【0004】ここで、上述のような画像処理装置で人物画像を処理する場合、上記画像処理装置の肌領域検出処理部では、人物の肌の領域（以下、肌領域と言う。）が検出される。上記肌領域を検出するために、上記肌領域検出処理部では、例えば、画素毎の色情報により肌領域を抽出する方法、或は、色情報から抽出した肌色画素を画像上における位置の連結性に着目して領域分割し各領域の特徴を解析することにより肌領域を抽出する方法等が用いられている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、画素毎の色情報により肌領域を抽出する方法では、画像中の肌色の領域が全て肌領域と見なされてしまうため、多くの誤検出が生じてしまっていた。或は、領域分割により肌領域を抽出する方法では、領域分割処理と各領域の特徴解析処理に多くの計算時間が必要であったため、リアルタイム処理には不向きであった。

【0006】また、画像の鮮鋭度やコントラスト感を向上させるために、抽出した対象物に対して輪郭強調処理、或は、階調変換処理が施されるが、肌領域、特に、人物の顔の領域（以下、顔領域と言う。）に対しても輪郭強調処理、或は、階調変換処理が施されていた。このため、例えば、顔領域まで強調されてしまい、望ましくない結果をもたらすといった問題があった。

【0007】そこで、本発明は、上述の如き従来の実情に鑑みてなされたものであり、次のような目的を有するものである。

【0008】即ち、本発明の目的は、人物の肌色領域の解析、及び、人物の顔領域の検出を高速に且つ正確に行うことができる画像処理装置を提供することにある。

【0009】また、本発明の目的は、人物の顔領域を輪郭強調することなく他の領域を輪郭強調することにより、画像の鮮鋭度を向上させることができる画像処理装置を提供することにある。

【0010】また、本発明の目的は、人物の顔領域を階調変換することなく他の領域を階調変換することにより、画像のコントラスト感を向上させることができる画

5

像処理装置を提供することにある。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】上述の課題を解決するために、本発明に係る画像処理装置は、入力された人物画像データをデジタル化した輝度データと色差データに変換し、デジタル化された輝度データと色差データから肌領域を検出する肌領域検出手段を備える画像処理装置であって、上記肌領域検出手段は、上記輝度データと色差データを輝度データと色相データとクロマデータの3属性データに変換する変換手段と、上記変換手段により得られた3属性データから肌色画素を抽出する肌色画素抽出手段と、上記肌色画素抽出手段により抽出された肌色画素の空間的な肌色画素分布を生成する肌色画素分布生成手段と、上記肌色画素分布生成手段により生成された肌色画素分布から肌色画素が密集する領域を肌色領域として人物画像の顔領域を判定する顔領域判定手段とを備えることを特徴とする。

【0012】また、本発明に係る画像処理装置は、上記肌色画素分布生成手段は、人物画像の各水平位置毎に垂直方向に並ぶ肌色画素の数を累積した水平方向の肌色画素ヒストグラムである肌色画素分布を生成することを特徴とする。

【0013】また、本発明に係る画像処理装置は、上記肌色画素分布生成手段は、人物画像の各水平位置毎に垂直方向に並ぶ肌色画素の数を累積した水平方向の肌色画素ヒストグラムと人物画像の各垂直位置毎に水平方向に並ぶ肌色画素の数を累積した垂直方向の肌色画素ヒストグラムである肌色画素分布を生成することを特徴とする。

【0014】また、本発明に係る画像処理装置は、上記顔領域判定手段は、上記肌色画素分布生成手段により生成された肌色画素分布から肌色領域の大きさと縦横の長さの比を解析することにより顔領域を判定することを特徴とする。

【0015】また、本発明に係る画像処理装置は、上記変換手段により得られた輝度データから肌色領域における垂直方向の輝度変化を検出する垂直輝度変化検出手段を備え、上記肌色画素分布生成手段は、上記肌色画素抽出手段により抽出された肌色画素の空間的な肌色画素分布を生成すると共に上記垂直輝度変化検出手段により検出された肌色領域における垂直方向の輝度変化の輝度変化分布を生成し、上記顔領域判定手段は、上記肌色画素分布生成手段により生成された肌色画素分布と輝度変化分布とから人物画像の顔領域を判定することを特徴とする。

【0016】また、本発明に係る画像処理装置は、上記変換手段により得られた3属性データをブロックに分割した各ブロック毎の平均値を算出するブロック内算出手段を備え、上記肌色画素抽出手段は、上記ブロック内算出手段により算出された各ブロックの平均値から肌色ブ

(4)

6

ロックを抽出し、上記肌色画素分布生成手段は、上記肌色画素抽出手段により抽出された肌色ブロックの空間的な肌色ブロック分布を生成し、上記顔領域判定手段は、上記肌色画素分布生成手段により生成された肌色ブロック分布から人物画像の顔領域を判定することを特徴とする。

【0017】また、本発明に係る画像処理装置は、上記変換手段により得られた3属性データをブロックに分割した各ブロック毎の平均値と上記垂直輝度変化検出手段により検出された輝度変化をブロックに分割したブロックの輝度変化の最大値を算出するブロック内算出手段を備え、上記肌色画素抽出手段は、上記ブロック内算出手段により算出された各ブロックの平均値から肌色ブロックを抽出し、上記肌色画素分布生成手段は、上記肌色ブロック抽出手段により抽出された肌色ブロックの空間的な肌色ブロック分布と上記ブロック内算出手段により算出されたブロックの輝度変化の最大値の輝度変化分布を生成し、上記顔領域判定手段は、上記肌色画素分布生成手段により生成された肌色ブロック分布及び輝度変化分布から人物画像の顔領域を判定することを特徴とする。

【0018】また、本発明に係る画像処理装置は、入力された人物画像データの輝度データに輪郭強調処理を行う輪郭強調手段と、入力された人物画像データの色差データを上記輪郭強調処理に要する時間に対応した遅延量を与える遅延手段とを備え、上記肌領域検出手段により検出された肌領域情報に基いて上記輪郭強調手段を制御することを特徴とする。

【0019】また、本発明に係る画像処理装置は、輝度データと色差データに変換された人物画像データを上記肌領域検出手段で肌領域情報を検出するのに要する時間に対応した遅延量を与えて記憶する記憶手段と、上記記憶手段に記憶された人物画像データを輝度データと色相データとクロマデータの3属性データに変換する変換手段と、上記変換手段により得られた3属性データから肌色データを検出する検出手段とを備え、上記遅延手段は、上記記憶手段に記憶された色差データに上記輪郭強調処理に要する時間に対応した遅延量を与え、上記輪郭強調手段は、上記肌領域検出手段により検出された肌領域情報に基いた制御により上記検出手段により検出された上記判定結果に対応する人物画像データの輝度データに輪郭強調処理を行うことを特徴とする。

【0020】また、本発明に係る画像処理装置は、入力された人物画像データからシーンの変わり目を検出するシーンチェンジ検出手段と、上記シーンチェンジ検出手段の検出結果に基いて同じシーンが連続した場合のみ上記肌領域検出手段により検出された肌領域情報の空間的な位置を時間的に平滑化する平滑化手段とを備え、上記輪郭強調手段は、上記平滑化手段からの肌領域情報に基いた制御により上記検出手段により検出された上記判定結果に対応する人物画像データの輝度データに輪郭強調

(5)

7

処理を行うことを特徴とする。

【0021】また、本発明に係る画像処理装置は、入力された人物画像データの輝度データの階調特性を変換する階調変換手段と、入力された人物画像データの色差データを上記階調変換手段で階調特性を変換するのに要する時間に対応した遅延量を与える遅延手段とを備え、上記肌領域検出手段により検出された肌領域情報に基いて上記階調変換手段を制御することを特徴とする。

【0022】また、本発明に係る画像処理装置は、輝度データと色差データに変換された人物画像データを上記肌領域検出手段で肌領域情報を検出するのに要する時間に対応した遅延量を与えて記憶する記憶手段と、上記記憶手段に記憶された人物画像データを輝度データと色相データとクロマデータの3属性データに変換する変換手段と、上記変換手段により得られた3属性データから肌色データを検出する検出手段とを備え、上記遅延手段は、上記記憶手段に記憶された色差データに上記階調変換手段で階調特性を変換するのに要する時間に対応した遅延量を与え、上記階調変換手段は、上記肌領域検出手段により検出された肌領域情報に基いた制御により上記検出手段により検出された上記判定結果に対応する人物画像データの輝度データの階調特性を変換することを特徴とする。

【0023】また、本発明に係る画像処理装置は、入力された人物画像データからシーンの変わり目を検出するシーンチェンジ検出手段と、上記シーンチェンジ検出手段の検出結果に基いて同じシーンが連続した場合のみ上記肌領域検出手段により検出された肌領域情報の空間的な位置を時間的に平滑化する平滑化手段とを備え、上記階調変換手段は、上記平滑化手段からの肌領域情報に基いた制御により上記検出手段により検出された上記判定結果に対応する人物画像データの輝度データの階調特性を変換することを特徴とする。

【0024】

【作用】本発明に係る画像処理装置では、変換手段は、デジタル化された人物画像データの輝度データと色差データを輝度データと色相データとクロマデータの3属性データに変換する。肌色画素抽出手段は、上記変換手段により得られた3属性データから肌色画素を抽出する。肌色画素分布生成手段は、上記肌色画素抽出手段により抽出された肌色画素の空間的な肌色画素分布を生成する。顔領域判定手段は、上記肌色画素分布生成手段により生成された肌色画素分布から肌色画素が密集する領域を肌色領域として人物画像の顔領域を判定する。

【0025】また、本発明に係る画像処理装置では、上記肌色画素分布生成手段は、人物画像の各水平位置毎に垂直方向に並ぶ肌色画素の数を累積した水平方向の肌色画素ヒストグラムである肌色画素分布を生成する。

【0026】また、本発明に係る画像処理装置では、上記肌色画素分布生成手段は、人物画像の各水平位置毎に

8

垂直方向に並ぶ肌色画素の数を累積した水平方向の肌色画素ヒストグラムと人物画像の各垂直位置毎に水平方向に並ぶ肌色画素の数を累積した垂直方向の肌色画素ヒストグラムである肌色画素分布を生成する。

【0027】また、本発明に係る画像処理装置では、上記顔領域判定手段は、上記肌色画素分布生成手段により生成された肌色画素分布から肌色領域の大きさと縦横の長さの比を解析することにより顔領域を判定する。

【0028】また、本発明に係る画像処理装置では、垂直輝度変化検出手段は、上記変換手段により得られた輝度データから肌色領域における垂直方向の輝度変化を検出する。上記肌色画素分布生成手段は、上記肌色画素抽出手段により抽出された肌色画素の空間的な肌色画素分布を生成すると共に上記垂直輝度変化検出手段により検出された肌色領域における垂直方向の輝度変化の輝度変化分布を生成する。上記顔領域判定手段は、上記肌色画素分布生成手段により生成された肌色画素分布と輝度変化分布とから人物画像の顔領域を判定する。

【0029】また、本発明に係る画像処理装置では、ブロック内算出手段は、上記変換手段により得られた3属性データをブロックに分割した各ブロック毎の平均値を算出する。上記肌色画素抽出手段は、上記ブロック内算出手段により算出された各ブロックの平均値から肌色ブロックを抽出する。上記肌色画素分布生成手段は、上記肌色画素抽出手段により抽出された肌色ブロックの空間的な肌色ブロック分布を生成する。上記顔領域判定手段は、上記肌色画素分布生成手段により生成された肌色ブロック分布から人物画像の顔領域を判定する。

【0030】また、本発明に係る画像処理装置では、ブロック内算出手段は、上記変換手段により得られた3属性データをブロックに分割した各ブロック毎の平均値と上記垂直輝度変化検出手段により検出された輝度変化をブロックに分割したブロックの輝度変化の最大値を算出する。上記肌色画素抽出手段は、上記ブロック内算出手段により算出された各ブロックの平均値から肌色ブロックを抽出する。上記肌色画素分布生成手段は、上記肌色ブロック抽出手段により抽出された肌色ブロックの空間的な肌色ブロック分布と上記ブロック内算出手段により算出されたブロックの輝度変化の最大値の輝度変化分布を生成する。上記顔領域判定手段は、上記肌色画素分布生成手段により生成された肌色ブロック分布及び輝度変化分布から人物画像の顔領域を判定する。

【0031】また、本発明に係る画像処理装置では、輪郭強調手段は、上記肌領域検出手段により検出された肌領域情報に基いた制御により入力された人物画像データの輝度データに輪郭強調処理を行う。遅延手段は、入力された人物画像データの色差データを上記輪郭強調処理に要する時間に対応した遅延量を与える。

【0032】また、本発明に係る画像処理装置では、記憶手段は、輝度データと色差データに変換された人物画

9

像データを上記肌領域検出手段で肌領域情報を検出するのに要する時間に対応した遅延量を与えて記憶する。変換手段は、上記記憶手段に記憶された人物画像データを輝度データと色相データとクロマデータの3属性データに変換する。検出手段は、上記変換手段により得られた3属性データから肌色データを検出する。上記遅延手段は、上記記憶手段に記憶された色差データに上記輪郭強調処理に要する時間に対応した遅延量を与える。上記輪郭強調手段は、上記肌領域検出手段により検出された肌領域情報に基いた制御により上記検出手段により検出された上記判定結果に対応する人物画像データの輝度データに輪郭強調処理を行う。

【0033】また、本発明に係る画像処理装置では、シーンチェンジ検出手段は、入力された人物画像データからシーンの変わり目を検出する。平滑化手段は、上記シーンチェンジ検出手段の検出結果に基いて同じシーンが連続した場合のみ上記肌領域検出手段により検出された肌領域情報の空間的な位置を時間的に平滑化する。上記輪郭強調手段は、上記平滑化手段からの肌領域情報に基いた制御により上記検出手段により検出された上記判定結果に対応する人物画像データの輝度データに輪郭強調処理を行う。

【0034】また、本発明に係る画像処理装置では、階調変換手段は、上記肌領域検出手段により検出された肌領域情報に基いた制御により入力された人物画像データの輝度データの階調特性を変換する。遅延手段は、入力された人物画像データの色差データを上記階調変換手段で階調特性を変換するのに要する時間に対応した遅延量を与える。

【0035】また、本発明に係る画像処理装置では、記憶手段は、輝度データと色差データに変換された人物画像データを上記肌領域検出手段で肌領域情報を検出するのに要する時間に対応した遅延量を与えて記憶する。変換手段は、上記記憶手段に記憶された人物画像データを輝度データと色相データとクロマデータの3属性データに変換する。検出手段は、上記変換手段により得られた3属性データから肌色データを検出する。上記遅延手段は、上記記憶手段に記憶された色差データに上記階調変換手段で階調特性を変換するのに要する時間に対応した遅延量を与える。上記階調変換手段は、上記肌領域検出手段により検出された肌領域情報に基いた制御により上記検出手段により検出された上記判定結果に対応する人物画像データの輝度データの階調特性を変換する。

【0036】また、本発明に係る画像処理装置では、シーンチェンジ検出手段は、入力された人物画像データからシーンの変わり目を検出する。平滑化手段は、上記シーンチェンジ検出手段の検出結果に基いて同じシーンが連続した場合のみ上記肌領域検出手段により検出された肌領域情報の空間的な位置を時間的に平滑化する。上記階調変換手段は、上記平滑化手段からの肌領域情報に基

(6)

10

いた制御により上記検出手段により検出された上記判定結果に対応する人物画像データの輝度データの階調特性を変換する。

【0037】

【実施例】以下、本発明の一実施例について図面を参照しながら説明する。

【0038】まず、本発明の第1の実施例に係る画像処理装置について説明する。

【0039】例えば、上記画像処理装置は、入力された画像データから人物の肌の領域（以下、肌領域と言う。）を検出する肌領域検出手段1を備えており、上記肌領域検出手段1は、図1に示すように、入力された画像データを色の3属性データに変換する座標変換器11と、上記座標変換器11により得られた3属性データから肌色画素の空間的な肌色画素分布をメモリ13上に生成するヒストグラム生成器12と、上記メモリ13と、上記メモリ13上に生成された肌色画素分布から人物の顔の領域（以下、顔領域と言う。）を判定する顔領域判定器14とを備えている。

【0040】まず、図2に示すように、画像Pを水平方向に走査して得られたアナログの輝度信号 $Y_a$ と色差信号 $U_a$ 、 $V_a$ が、アナログ／デジタル変換器（以下、A/D変換器と言う。）101によりデジタル変換され、デジタル変換された輝度信号 $Y_d$ と色差信号 $U_d$ 、 $V_d$ が顔領域検出手段1に入力される。

【0041】以下、上記顔領域検出手段1について具体的に説明する。

【0042】座標変換器11は、上記A/D変換器101によりデジタル変換された輝度信号 $Y_d$ と色差信号 $U_d$ 、 $V_d$ を色の3属性データである輝度データY、色相データH、及び、クロマデータCに変換する。色の3属性データの定義には様々なものが存在するが、例えば、輝度信号 $Y_d$ と色差信号 $U_d$ 、 $V_d$ から数1に示す演算により輝度データY、色相データH、及び、クロマデータCを求める。

【0043】

【数1】

$$Y = Y_a$$

$$H = \tan^{-1} (V_a / U_a)$$

$$C = \sqrt{U_a^2 + V_a^2}$$

【0044】ヒストグラム生成器12は、図3に示すように、画像Pの各水平位置i毎に垂直方向に並ぶ肌色画素の数を累積した水平方向の肌色画素ヒストグラムSHをメモリ13上に生成する。

【0045】即ち、上記座標変換器11で得られた輝度データY、色相データH、及び、クロマデータCに対して、肌色の範囲を定義するために予め設定された輝度定数 $Y_{min}$ 、 $Y_{max}$ と、色相定数 $H_{min}$ 、 $H_{max}$ と、クロマ定

(7)

11

数 $C_{\min}$ ,  $C_{\max}$ を持って、

$$Y_{\min} < Y < Y_{\max}$$

$$H_{\min} < H < H_{\max}$$

$$C_{\min} < C < C_{\max}$$

なる肌の条件を満足するか否かを判定する。例えば、上記輝度データ $Y$ 、色相データ $H$ 、及び、クロマデータ $C$ に対応する画像 $P$ 上の位置を画素 $S(i, j)$ で示すと、上記画素 $S(i, j)$ が上記肌の条件を満たし、肌色であると判定された場合には、メモリ13上にある肌色画素ヒストグラム $SH$ の $i$ 番目の値 $SH[i]$ に1を加算する( $SH[i] = SH[i] + 1$ )。このような処理を各水平位置毎に行うことにより、垂直方向に並ぶ肌色画素の数が累積されて、メモリ13上に肌色画素ヒストグラム $SH[i]$ が生成される。

【0046】顔領域判定器14は、上記ヒストグラム生成器12によりメモリ13上に1枚の画像 $P$ の肌色画素ヒストグラム $SH[i]$ が生成された時点で、肌色画素ヒストグラム $SH[i]$ を解析して、上記図3に示した画像 $P$ の人物 $M$ の顔領域 $F$ を検出する。

【0047】即ち、図4に示すように、まず、肌色画素 \*20

$$T_{asp1} < ((i_{\alpha p} - i_{\alpha m}) / SH[i_{\max}]) < T_{asp2}$$

$$\sum_{k=i_m}^{i_p} SH[k] > T_{num}$$

【0052】上記数2に示した条件式を満たした場合には、極小点 $i_m$ ,  $i_p$ に挟まれた領域 $S_{mp}$ を顔領域 $F$ と見なし、極小点 $i_m$ ,  $i_p$ を顔領域の情報として出力する。或は、上記数2に示した条件式を満たさなかった場合には、 $SH[k] = 0$  ( $i_m < k < i_p$ )として、上述した解析処理を繰り返す。

【0053】尚、定数 $\alpha$ 、各しきい値 $T_{asp1}$ ,  $T_{asp2}$ ,  $T_{num}$ は、予め設定されているものとする。

【0054】上述のような構成をした肌領域検出手段1の動作を説明する。

【0055】A/D変換器101によりデジタル変換された画像 $P$ の輝度信号 $Y_d$ と色差信号 $U_d$ ,  $V_d$ は、座標変換器11に入力される。

【0056】上記座標変換器11は、入力された輝度信号 $Y_d$ と色差信号 $U_d$ ,  $V_d$ を輝度データ $Y$ 、色相データ $H$ 、及び、クロマデータ $C$ に変換し、変換した輝度データ $Y$ 、色相データ $H$ 、及び、クロマデータ $C$ をヒストグラム生成器12に供給する。上記ヒストグラム生成器12は、上記座標変換器11からの輝度データ $Y$ 、色相データ $H$ 、及び、クロマデータ $C$ が肌の条件を満足するか否かを判定することによりメモリ13上に肌色画素ヒストグラム $SH[i]$ を生成する。

【0057】顔領域判定器14は、上記ヒストグラム生成器12によりメモリ13上に生成された画像1枚分の

12

\*ヒストグラム $SH[i]$ で最も度数の大きい水平位置 $i$ を検出し、これを最大値 $i_{\max}$ とする。

【0048】次に、上記最大値 $i_{\max}$ を中心に前後両方向に向かって最初に現れる極小点 $i_m$ ,  $i_p$ を検出する。

【0049】次に、上記最大値 $i_{\max}$ を中心に前後両方向に向かって、上記最大値 $i_{\max}$ 番目の度数 $SH$

$[i_{\max}]$ の $\alpha\%$ の度数に対応する最初の点 $i_{\alpha m}$ ,  $i_{\alpha p}$ を検出する。ここで、上記“ $\alpha$ ”は、肌領域の幅を定義するための、 $0 \leq \alpha \leq 1$ , 0を満たす定数である。但し、上記点 $i_{\alpha m}$ が、 $i_m \leq i_{\alpha m} \leq i_{\max}$ の範囲に存在しなかった場合、或は、上記点 $i_{\alpha p}$ が、 $i_{\max} \leq i_{\alpha p} \leq i_p$ の範囲に存在しなかった場合には、各々、 $i_{\alpha m} = i_m$ ,  $i_{\alpha p} = i_p$ とする。

【0050】このようにして検出された極小点 $i_m$ ,  $i_p$ 、及び、点 $i_{\alpha m}$ ,  $i_{\alpha p}$ が、縦横の長さの比の下限のしきい値 $T_{asp1}$ と、上限のしきい値 $T_{asp2}$ 、及び、画素数の下限のしきい値 $T_{num}$ を持って、数2に示す顔領域の条件式を満たすか否かを判定する。

【0051】

【数2】

肌色画素ヒストグラム $SH[i]$ から肌色画素が密集する領域を肌領域として検出し、検出した肌領域の大きさ、縦横の長さの比に基いて顔領域か否かを判定する。そして、判定の結果が顔領域であった場合には、顔領域の情報 $i_m$ ,  $i_p$ を出力する。

【0058】上述のように、本実施例では、水平方向の肌色画素ヒストグラム $SH[i]$ を生成し、上記肌色画素ヒストグラム $SH[i]$ に基いて肌色画素が密集する領域を肌領域として検出し、検出した肌領域の大きさ、縦横の長さの比に基いて顔領域の判定を行っているため、人物の肌領域の解析、及び、人物の顔領域の検出を高速に且つ正確に行うことができる。

【0059】次に、本発明の第2の実施例に係る画像処理装置について説明する。

【0060】上記画像処理装置は、上述した第1の実施例に係る画像処理装置の肌領域検出手段1と同じ構成の肌領域検出手段1を備えているが、本実施例における肌領域検出手段1のヒストグラム生成器12は、図5に示すように、水平方向の肌色画素ヒストグラム $SH[i]$ と垂直方向の肌色画素ヒストグラム $SV[j]$ とをメモリ13上に生成する。

【0061】即ち、画像 $P$ 上の位置 $S(i, j)$ が肌色であると判定された場合には、メモリ13上にある水平方向の肌色画素ヒストグラム $SH$ の $i$ 番目の値 $SH$



(8)

13

【i】に1を加算する ( $SH[i] = SH[i] + 1$ ) と共に、垂直方向の肌色画素ヒストグラムSVのj番目の値SV[j]に1を加算する ( $SV[j] = SV[j] + 1$ )。

【0062】このようにして、メモリ13上に水平方向の肌色画素ヒストグラムSH[i]と垂直方向の肌色画素ヒストグラムSV[j]が生成され、顔領域判定器14は、上記水平方向の肌色画素ヒストグラムSH[i]と垂直方向の肌色画素ヒストグラムSV[j]に基づいて、上述した第1の実施例と同様にして解析を行い、各方向における顔領域の情報  $i_m$ 、 $i_p$ 、及び、 $j_m$ 、 $j_p$  を出力する。

【0063】上述のように、本実施例では、水平方向の肌色画素ヒストグラムSH[i]の他に垂直方向の肌色画素ヒストグラムSV[j]も生成するため、人物の肌領域の解析、及び、人物の顔領域の検出をより正確に行うことができる。

【0064】次に、本発明の第3の実施例に係る画像処理装置について説明する。

【0065】上記画像処理装置は、図6に示すように、上述した第1、及び、第2の実施例の肌領域検出手段1の構成に加えて、肌領域における垂直方向の輝度変化を検出する垂直輝度変化検出器21を有する肌領域検出手段2を備えている。

【0066】尚、上記図1に示した画像処理装置と同じ動作を示す箇所には同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【0067】即ち、上記垂直輝度変化検出器21は、座標変換器11により変換された輝度データY、色相データH、及び、クロマデータCのうち上記輝度データYの垂直方向の微分値を水平方向の各位置毎に累積した水平方向の微分ヒストグラムDH[i]をメモリ13上に生成する。また、上記輝度データYの垂直方向の微分値を垂直方向の各位置毎に累積した垂直方向の微分ヒストグラムDV[j]もメモリ13上に生成する。

【0068】例えば、画像上の任意の位置 (i, j) における輝度データYの垂直方向の微分値  $v_{ij}$  は、微分計算の定数  $d_j$  を持って、

$$v_{ij} = |2Y(i, j) - Y(i, j - d_j) - Y(i, j + d_j)|$$

なる演算により求められる。この演算式は、垂直方向の2次微分値の絶対値を表している。

【0069】従って、メモリ13上にある水平方向の微分ヒストグラムDHのi番目の値DH[i]に微分値  $v_{ij}$  を加算する ( $DH[i] = DH[i] + v_{ij}$ )。また、垂直方向の肌色画素ヒストグラムDVのj番目の値DV[j]に微分値  $v_{ij}$  を加算する ( $DV[j] = DV[j] + v_{ij}$ )。

【0070】このようにして、メモリ13上に水平方向の微分ヒストグラムDH[i]と垂直方向の微分ヒスト

14

グラムDV[j]が生成される。

【0071】一方、ヒストグラム生成器12は、例えば、上述した第2の実施例と同様にして、水平方向の肌色画素ヒストグラムSH[i]と垂直方向の肌色画素ヒストグラムSV[j]をメモリ13上に生成する。

【0072】顔領域判定器14は、水平方向の肌色画素ヒストグラムSH[i]と垂直方向の肌色画素ヒストグラムSV[j]を基にして、上記第2の実施例と同様に顔領域の情報  $i_m$ 、 $i_p$ 、及び、 $j_m$ 、 $j_p$  を求める。ここで、上記顔領域判定器14は、さらに、水平方向の微分ヒストグラムDH[i]と垂直方向の微分ヒストグラムDV[j]を基に、数3、或は、数4に示す演算を行う。

【0073】

【数3】

$$d = \sum_{k=i_m}^{i_p} DH[k]$$

【0074】

【数4】

$$d = \sum_{k=j_m}^{j_p} DV[k]$$

【0075】上記数3、或は、図4で示した演算により得られた値dが、予め設定されたしきい値  $T_{dev}$  以上であった場合には、検出した顔領域の情報  $i_m$ 、 $i_p$ 、及び、 $j_m$ 、 $j_p$  を出力し、上記値dがしきい値  $T_{dev}$  以下であった場合には、 $SH[k] = 0$  ( $i_m < k < i_p$ ) として解析処理を繰り返す。

【0076】上述のような構成をした肌領域検出手段2の動作を説明する。

【0077】A/D変換器101によりデジタル変換された画像Pの輝度信号  $Y_d$  と色差信号  $U_d$ 、 $V_d$  は、座標変換器11に入力される。

【0078】上記座標変換器11は、入力された輝度信号  $Y_d$  と色差信号  $U_d$ 、 $V_d$  を輝度データY、色相データH、及び、クロマデータCに変換し、変換した輝度データY、色相データH、及び、クロマデータCをヒストグラム生成器12に供給すると共に輝度データYを垂直輝度変化検出器21に供給する。

【0079】上記ヒストグラム生成器12は、上記座標変換器11からの輝度データY、色相データH、及び、クロマデータCが肌色の条件を満足するかどうかを判定することによりメモリ13上に水平方向の肌色画素ヒストグラムSH[i]と垂直方向の肌色画素ヒストグラムSV[j]を生成する。

【0080】一方、上記垂直輝度変化検出器21は、上記座標変換器11からの輝度データYの垂直方向の微分値を水平方向の各位置毎に累積した水平方向の微分ヒストグラムDH[i]と、上記輝度データYの垂直方向の微分値を垂直方向の各位置毎に累積した垂直方向の微分ヒストグラムDV[j]をメモリ13上に生成する。顔

15

領域判定器14は、上記ヒストグラム生成器12によりメモリ13上に生成された肌色画素ヒストグラムSH [i]と肌色画素ヒストグラムSV [j]から肌色画素が密集する領域を肌領域として検出し、検出した肌領域の大きさ、縦横の長さの比に基いて顔領域か否かを判定する。そして、判定の結果が顔領域であった場合には、上記垂直輝度変化検出器21によりメモリ13上に生成された微分ヒストグラムDH [i]と微分ヒストグラムDV [j]に基いて、顔領域の情報 $i_m$ 、 $i_p$ 、 $j_m$ 、 $j_p$ を出力する。

【0081】上述のような垂直方向の輝度変化の分布に基いた顔領域の情報 $i_m$ 、 $i_p$ と $j_m$ 、 $j_p$ の検出は、人物の顔には目、口等の水平方向のエッジが含まれていることに基くものであるが、垂直方向の輝度変化の分布に基いて顔領域の判定を行うことにより、例えば、壁のような輝度変化の少ない様な領域の誤検出を回避することができる。従って、人物の肌色領域の解析、及び、人物の顔領域の検出をより正確に行うことができる。

【0082】尚、本実施例では、上記ヒストグラム生成器12は、水平方向の肌色画素ヒストグラムSH [i]と垂直方向の肌色画素ヒストグラムSV [j]をメモリ13上に生成することとしたが、上述した第1の実施例と同様に、水平方向の肌色画素ヒストグラムSH [i]のみをメモリ13上に生成することとしてもよい。

【0083】次に、本発明の第4の実施例に係る画像処理装置について説明する。

$$Y_{ave} = \left( \sum_{d_j=-m_j}^{m_j} \sum_{d_i=-m_i}^{m_i} Y(i+d_i, j+d_j) \right) / M$$

【0089】

※ ※【数6】

$$H_{ave} = \left( \sum_{d_j=-m_j}^{m_j} \sum_{d_i=-m_i}^{m_i} H(i+d_i, j+d_j) \right) / M$$

【0090】

★ ★【数7】

$$C_{ave} = \left( \sum_{d_j=-m_j}^{m_j} \sum_{d_i=-m_i}^{m_i} C(i+d_i, j+d_j) \right) / M$$

【0091】従って、上述のようにして算出された値 $Y_{ave}$ 、 $H_{ave}$ 、 $C_{ave}$ 、 $v_{ibjbmax}$ が各ブロックの代表値としてヒストグラム生成器12に供給される。上記ヒストグラム生成器12は、上記図8に示すように、メモリ13にある水平方向の肌色ブロックヒストグラムSHのi番目のブロックSH [i<sub>b</sub>]に1を加算する（SH [i<sub>b</sub>] = SH [i<sub>b</sub>] + 1）と共に、垂直方向の肌色ブロックヒストグラムSVのj番目のブロックSV [j<sub>b</sub>]に1を加算する（SV [j<sub>b</sub>] = SV [j<sub>b</sub>] + 1）。このようにして、メモリ13上には、ブロック単

$$v_{ibjbmax} = \max_{\substack{-m_j < d_j < m_j \\ -m_i < d_i < m_i}} (v_i + d_i, j + d_j)$$

【0094】従って、上記最大値 $v_{ibjbmax}$ も各ブロックの代表値としてメモリ13に出力されることとなり、メモリ13にある水平方向の微分ヒストグラムDHの

(9)

16

\* 【0084】上記画像処理装置は、図7に示すように、上述した第3の実施例の肌領域検出手段2の構成に加えて、輝度データY、色相データH、クロマデータC、及び、垂直方向の輝度変化 $v_{ij}$ をブロック単位に平均化するブロック内特徴量算出器31を有する肌領域検出手段3を備えている。

【0085】尚、上記図1、及び、上記図6に示した画像処理装置と同じ動作を示す箇所には同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。

10 【0086】即ち、上記ブロック内特徴量算出器31は、図8に示すように、座標変換器11により変換された画像Pの輝度データY、色相データH、及び、クロマデータCを、例えば、ブロックBの大きさを表す定数 $m_i$ 、 $m_j$ を持って、水平方向の画素数（ $2m_i+1$ ）、垂直方向の画素数（ $2m_j+1$ ）で示される大きさのブロックBに分割する。従って、各ブロック内の画素数Mは、

$$M = (2m_i + 1) (2m_j + 1)$$

で表すことができる。

20 【0087】そして、画素数Mを持って、数5、数6、数7に示す演算により、各ブロック毎の輝度データYの平均値 $Y_{ave}$ 、色相データHの平均値 $H_{ave}$ 、及び、クロマデータの平均値 $C_{ave}$ を求める。

【0088】

【数5】

\*

☆位の水平方向の肌色ブロックヒストグラムSV [i<sub>b</sub>]と垂直方向の肌色ブロックヒストグラムSV [j<sub>b</sub>]が生成される。

【0092】また、上記ブロック内特徴量算出器31は、垂直輝度変化検出器21により得られた垂直方向の微分値 $v_{ij}$ に対しては、ブロック内の最大値 $v_{ibjbmax}$ を数8に示す演算により求める。

【0093】

【数8】

i番目のブロックDH [i<sub>b</sub>]に微分値 $v_{ibjb}$ が加算され（DH [i<sub>b</sub>] = DH [i<sub>b</sub>] +  $v_{ibjb}$ ）、また、垂直方向の肌色画素ヒストグラムDVのj番目のブロックD

50

(10)

17

$V[j_b]$  に微分値  $v_{ibjb}$  が加算される ( $DV[j_b] = DV[j_b] + v_{ibjb}$ )。このようにして、メモリ 13 上には、ブロック単位の水平方向の微分ヒストグラム  $DH[i_b]$  と垂直方向の微分ヒストグラム  $DV[j_b]$  も生成される。

【0095】顔領域判定器 14 は、メモリ 13 上に生成されたブロック単位の肌色ブロックヒストグラム  $SV[i_b]$ 、肌色ブロックヒストグラム  $SV[j_b]$ 、微分ヒストグラム  $DH[i_b]$ 、及び、微分ヒストグラム  $DV[j_b]$  を、上述した第 2 の実施例と同様に、肌色ブロックを検出し、検出した肌色ブロックの大きさ、縦横の長さの比に基いて顔領域であるか否かを判定する。そして、顔領域と判定された肌色ブロックのブロック番号  $i_{bm}$ 、 $i_{bp}$ 、 $j_{bm}$ 、 $j_{bp}$  の中心位置  $i_m$ 、 $i_p$ 、 $j_m$ 、 $j_p$  を

$$i_m = i_{bm}(2m_i + 1) + m_i$$

$$i_p = i_{bp}(2m_i + 1) + m_i$$

$$j_m = j_{bm}(2m_j + 1) + m_j$$

$$j_p = j_{bp}(2m_j + 1) + m_j$$

なる演算で求め、求めた中心位置  $i_m$ 、 $i_p$ 、 $j_m$ 、 $j_p$  を顔領域の境界を示す座標とし、顔領域の情報として出力する。

【0096】上述のような構成をした肌領域検出手段 3 の動作を説明する。

【0097】A/D変換器 101 によりデジタル変換された画像 P の輝度信号  $Y_d$  と色差信号  $U_d$ 、 $V_d$  は、座標変換器 11 に入力される。

【0098】上記座標変換器 11 は、入力された輝度信号  $Y_d$  と色差信号  $U_d$ 、 $V_d$  を輝度データ  $Y$ 、色相データ  $H$ 、及び、クロマデータ  $C$  に変換し、変換した輝度データ  $Y$ 、色相データ  $H$ 、及び、クロマデータ  $C$  をブロック内特徴量算出器 31 に供給すると共に輝度データ  $Y$  を垂直輝度変化検出器 21 に供給する。

【0099】上記垂直輝度変化検出器 21 は、上記座標変換器 11 からの輝度データ  $Y$  の垂直方向の微分値  $v_{ij}$  を求め、求めた微分値  $v_{ij}$  を上記ブロック内特徴量算出器 31 に供給する。

【0100】上記ブロック内特徴量算出器 31 は、上記座標変換器 11 からの輝度データ  $Y$ 、色相データ  $H$ 、及び、クロマデータ  $C$  をブロックに分割し、各ブロック毎の輝度データ  $Y$  の平均値  $Y_{ave}$ 、色相データ  $H$  の平均値  $H_{ave}$ 、及び、クロマデータの平均値  $C_{ave}$  を求め、求めた色相データ  $H$  の平均値  $H_{ave}$ 、及び、クロマデータの平均値  $C_{ave}$  をヒストグラム生成器 12 に供給する。

【0101】上記ヒストグラム生成器 12 は、上記座標変換器 11 からの輝度データ  $Y$ 、色相データ  $H$ 、及び、クロマデータ  $C$  の平均値  $Y_{ave}$ 、 $H_{ave}$ 、 $C_{ave}$  が肌色の条件を満足するか否かを判定することによりメモリ 13 上に水平方向の肌色ブロックヒストグラム  $SH[i]$  と垂直方向の肌色ブロックヒストグラム  $SV[j]$  を生成

18

する。

【0102】また、上記ブロック内特徴量算出器 31 は、上記垂直輝度変化検出器 21 からの微分値  $v_{ij}$  に対しては、ブロック内の最大値  $v_{ibjbmax}$  を求め、求めたブロック内の最大値  $v_{ibjbmax}$  をメモリ 13 に出力する。これにより、メモリ 13 上には、ブロック単位の水平方向の微分ヒストグラム  $DH[i_b]$  と垂直方向の微分ヒストグラム  $DV[j_b]$  も生成される。

【0103】顔領域判定器 14 は、メモリ 13 上に生成されたブロック単位の肌色ブロックヒストグラム  $SH[i_b]$  と肌色ブロックヒストグラム  $SV[j_b]$  から肌色が密集する領域を肌領域として検出し、検出した肌領域の大きさ、縦横の長さの比に基いて顔領域か否かを判定する。そして、判定の結果が顔領域であった場合には、メモリ 13 上に生成されたブロック単位の微分ヒストグラム  $DH[i_b]$  と微分ヒストグラム  $DV[j_b]$  に基いて、顔領域の情報  $i_m$ 、 $i_p$ 、 $j_m$ 、 $j_p$  を出力する。

【0104】上述のように、本実施例では、画像をブロックに分割し、ブロック内の平均色の分布に基いて肌色ブロックを検出し、検出した肌色ブロックの大きさ、縦横の長さの比に基いて顔領域を検出しているため、人物の肌色領域の解析、及び、人物の顔領域の検出を高速に且つ正確に行うことができる。

【0105】尚、本実施例では、上記ヒストグラム生成器 12 は、水平方向の肌色ブロックヒストグラム  $SH[i_b]$  と垂直方向の肌色ブロックヒストグラム  $SV[j_b]$  をメモリ 13 上に生成することとしたが、水平方向の肌色ブロックヒストグラム  $SH[i_b]$  のみをメモリ 13 上に生成することとしてもよい。

【0106】また、本実施例では、垂直輝度変化検出器 21 を設けることとしたが、上記垂直輝度変化検出器 21 を設けずに、例えば、上記図 1 に示した肌領域検出手段 1 の構成において、座標変換器 11 の後段にブロック内特徴量算出器 31 を備えることとしてもよい。この場合、水平方向の肌色ブロックヒストグラム  $SH[i_b]$  と垂直方向の肌色ブロックヒストグラム  $SV[j_b]$ 、或は、水平方向の肌色ブロックヒストグラム  $SH[i_b]$  のみから顔領域を検出することとなる。

【0107】次に、本発明の第 5 の実施例に係る画像処理装置について説明する。

【0108】上記画像処理装置は、上述した第 3 の実施例に係る画像処理装置の肌領域検出手段 2 を適用したものであり、例えば、図 9 に示すように、上記図 6 に示した肌領域検出手段 2 と、上記肌領域検出手段 2 により得られた顔領域の情報に基いた制御により輪郭強調処理を行う輪郭強調器 4 と、上記輪郭強調器 4 から出力されるデータと入力データとの同期をとるための遅延器 5 と、A/D変換器 101 と、デジタル/アナログ変換器（以下、D/A変換器と言う。）102 とを備えている。

【0109】尚、上記図 6 に示した肌領域検出手段 2 と

(11)

19

同じ動作を示す箇所には同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【0110】上記肌領域検出手段2には、A/D変換器101によりデジタル変換された輝度信号 $Y_d$ と色差信号 $U_d$ 、 $V_d$ が入力され、上記肌領域検出手段2は、上述したように、入力された輝度信号 $Y_d$ と色差信号 $U_d$ 、 $V_d$ から顔領域を検出する。そして、検出した顔領域の情報 $i_m$ 、 $i_p$ 、 $j_m$ 、 $j_p$ 、即ち、顔領域の境界の座標を示す4つの座標を輪郭強調器4に供給する。

【0111】ここで、上記肌領域検出手段2において、入力された輝度信号 $Y_d$ と色差信号 $U_d$ 、 $V_d$ に対応する画素が肌色であると判定された場合、上記肌領域検出手段2のヒストグラム生成器12は、肌色を検出したか否かを示す肌色検出信号 $cnt1_1$ を輪郭強調器4に供給する。

【0112】また、上記輪郭強調器4には、A/D変換器101によりデジタル変換された輝度信号 $Y_d$ が入力される。上記輪郭強調器4は、入力された輝度信号 $Y_d$ に輪郭強調処理を施し、輪郭強調処理を施した輝度信号 $Y_{dd}$ をD/A変換器102に供給する。

【0113】この時、肌領域検出手段2から顔領域の情報 $i_m$ 、 $i_p$ 、 $j_m$ 、 $j_p$ が供給されると共に肌色検出信号 $cnt1_1$ が供給され、且つ、入力された輝度信号 $Y_d$ に対応する画素が上記顔領域の情報 $i_m$ 、 $i_p$ 、 $j_m$ 、 $j_p$ で示される領域内に存在した場合、上記輪郭強調器4は、上記輝度信号 $Y_d$ に輪郭強調処理を施す際に、その強調の度合を小さくする。

【0114】具体的に説明すると、まず、輪郭強調器4に肌領域検出手段2から供給される顔領域の情報 $i_m$ 、 $i_p$ 、 $j_m$ 、 $j_p$ は、現在入力中の画像よりも時間的に画像1枚分過去の画像から得られたものである。これに対して、輪郭強調器4に肌領域検出手段2から供給される肌色検出信号 $cnt1_1$ は、現在入力中の画像の各画素の色に関する情報である。即ち、上記輪郭強調器4は、過去の画像から得られた顔領域の情報と、現在入力中の画像の画素単位の色情報により強調の度を調整するのである。

【0115】例えば、上記輪郭強調器4は、図10に示すように、係数算出器41と、係数平滑化器42と、強調信号生成器43と、加算器45とを備えており、原信

$$c^{d_{ij}} = \left( \sum_{d_i = -n_j}^{n_j} \sum_{d_j = -n_i}^{n_i} c_{i+d_i, j+d_j} \right) / N$$

【0123】そして、上記係数平滑化器42は、求めた係数 $c_{ij}$ の近傍における平均値 $c^{d_{ij}}$ を平滑化補正係数 $c^{d_{ij}}$ として強調信号生成器43に供給する。

【0124】上記強調信号生成器43には、上記係数平滑化器42から平滑化補正係数 $c^{d_{ij}}$ が供給されると共に、A/D変換器101によりデジタル変換された輝度信号 $Y_d$ が供給される。

【0125】上記強調信号生成器43は、上記A/D変

20

\*号に2次微分を加算する従来の輪郭強調器を適用したものである。

【0116】上記係数算出器41には、上記肌領域検出手段2からの顔領域の情報 $i_m$ 、 $i_p$ 、 $j_m$ 、 $j_p$ と肌色検出信号 $cnt1_1$ が供給される。上記係数算出器41は、これらの情報から画像上の位置 $(i, j)$ に対応する係数 $c_{ij}$ を求める。

【0117】即ち、現在の処理対象となっている画像上での位置 $(i, j)$ が顔領域に含まれている場合 $(i_m < i < i_p, j_m < j < j_p)$ には「1」を、顔領域に含まれていない場合には「0」を出力値とする関数 $f_0(i, j)$ と、肌色検出信号 $cnt1_1$ が現在の画素が肌色であることを示している場合 $(cnt1_1 = 1)$ には「1」、肌色でないことを示している場合 $(cnt1_1 = 0)$ には「0」を出力値とする関数 $f_1(cnt1_1)$ を持って、顔領域の情報 $i_m$ 、 $i_p$ 、 $j_m$ 、 $j_p$ 、及び、肌色検出信号 $cnt1_1$ から画像上の位置 $(i, j)$ に対応する係数 $c_{ij}$ を、

$$c_{ij} = 1 - f_0(i, j) f_1(cnt1_1)$$

なる演算により求める。

【0118】従って、係数 $c_{ij}$ は、現在の処理対象となっている画像上での位置 $(i, j)$ が顔領域に含まれ、且つ、その色が肌色である場合のみ「0」となり、それ以外の場合は「1」となる。

【0119】このようにして求められた係数 $c_{ij}$ は、係数平滑化器42に供給される。上記係数平滑化器42は、関数 $f_0(i, j)$ と関数 $f_1(cnt1_1)$ の不連続性を緩和するために、係数 $c_{ij}$ の近傍における平均値 $c^{d_{ij}}$ を求める。

【0120】即ち、近傍系内の画素数 $N$ は、平均値 $c^{d_{ij}}$ を求める近傍系の大きさを表す定数 $n_i$ 、 $n_j$ と、近傍系を構成する水平方向の画素数 $(2n_i + 1)$ 、及び、垂直方向の画素数 $(2n_j + 1)$ を持って、 $N = (2n_i + 1)(2n_j + 1)$ と表せる。

【0121】従って、上記係数平滑化器42は、係数 $c_{ij}$ の近傍における平均値 $c^{d_{ij}}$ を、上記近傍系内の画素数 $N$ を持って、数9に示す演算により求める。

【0122】

【数9】

換器101からの輝度信号 $Y_d$ の2次微分値に上記係数平滑化器42からの平滑化補正係数 $c^{d_{ij}}$ 乗じることにより、強調信号 $dY$ を生成する。

【0126】即ち、平滑化補正係数 $c^{d_{ij}}$ に対応する輝度信号 $Y_d$ を輝度信号 $Y_d(i, j)$ で示すと、上記強調信号 $dY$ は、定数 $d_i$ を持って、 $dY = c^{d_{ij}}(2Y_d(i, j) - Y_d(i + d_i, j) - Y_d(i - d_i, j))$

(12)

21

なる演算により求められる。この時、入力データの同期をとるために適当な遅延が施される。そして、上記強調信号生成器43は、生成した強調信号 $dY$ を加算器45に供給する。

【0127】上記加算器45には、上記強調信号生成器43から強調信号 $dY$ が供給されると共に、上記A/D変換器101からの輝度信号 $Y_d$ が供給される。

【0128】上記加算器45は、上記強調信号生成器43からの強調信号 $dY$ と上記A/D変換器101からの平滑化補正係数 $c_{dij}$ に対応する輝度信号 $Y_d(i, j)$ とを加算し、加算結果を輪郭強調処理を施した輝度信号 $Y_{dd}$ として出力する。

【0129】即ち、現在の処理対象となっている画像上での位置 $(i, j)$ の輝度信号 $Y_d(i, j)$ に輪郭強調処理を施した輝度信号 $Y_{dd}(i, j)$ は、

$$Y_{dd}(i, j) = Y_d(i, j) + dY$$

なる演算により求められる。

【0130】上述のように、輪郭強調器4は、肌領域検出手段2からの顔領域の情報 $i_m, i_p, j_m, j_p$ と肌色検出信号 $cntl_1$ により強調の程度を画素毎に制御し、入力された輝度信号 $Y_d$ に輪郭強調処理を施す。そして、輪郭強調処理を施した輝度信号 $Y_{dd}$ をD/A変換器102に供給する。ここで、上述した輪郭強調処理においては、入力データの同期をとるために、適当な遅延が施される。

【0131】一方、遅延器5には、A/D変換器101によりデジタル変換された色差信号 $U_d, V_d$ が入力される。上記遅延器5は、入力された色差信号 $U_d, V_d$ を遅延して、上記輪郭強調器4により輪郭強調処理が施された輝度信号 $Y_{dd}$ との同期をとる。上記遅延器5により遅延された色差信号 $U_d, V_d$ は、D/A変換器102に供給される。

【0132】従って、上記D/A変換器102は、上記輪郭強調器4により輪郭強調処理が施された輝度信号 $Y_{dd}$ と、上記遅延器5により上記輝度信号 $Y_{dd}$ と同期がとられた色差信号 $U_d, V_d$ をアナログ変換し、輝度信号 $Y_{da}$ 、色差信号 $U_a, V_a$ として出力する。

【0133】上述のような構成をした画像処理装置の動作を説明する。

【0134】A/D変換器101は、入力された輝度信号 $Y_a$ と色差信号 $U_a, V_a$ をデジタル変換し、デジタル変換した輝度信号 $Y_d$ と色差信号 $U_d, V_d$ を肌領域検出手段2に供給すると共に、上記輝度信号 $Y_d$ を輪郭強調器4に供給し、上記色差信号 $U_d, V_d$ を遅延器5に供給する。

【0135】上記肌領域検出手段2は、上記A/D変換器101からの輝度信号 $Y_d$ と色差信号 $U_d, V_d$ から肌領域を検出し、検出結果を示す肌色検出信号 $cntl_1$ を輪郭強調器4に供給する。また、検出した肌領域を解析することにより顔領域を検出し、検出した顔領域の情

22

報 $i_m, i_p, j_m, j_p$ を輪郭強調器4に供給する。

【0136】上記輪郭強調器4は、上記A/D変換器101からの輝度信号 $Y_d$ に輪郭強調処理を施して、輪郭強調処理を施した輝度信号 $Y_{da}$ をD/A変換器102に供給する。

【0137】この時、上記肌領域検出手段2からの顔領域の情報 $i_m, i_p, j_m, j_p$ で示される領域に、現在の処理対象となっている輝度信号 $Y_d$ に対応する画素が含まれており、且つ、上記肌領域検出手段2からの肌色検出信号 $cntl_1$ が現在の処理対象となっている画素は肌色であることを示している場合、上記輪郭強調器4は、強調の度合を小さくして上記輝度信号 $Y_d$ に輪郭強調処理を施し、輪郭強調処理を施した輝度信号 $Y_{da}$ をD/A変換器102に供給する。

【0138】遅延器5は、上記A/D変換器101からの色差信号 $U_a, V_a$ を遅延して上記輪郭強調器4で輪郭強調処理が施された輝度信号 $Y_{da}$ との同期をとる、遅延した色差信号 $U_a, V_a$ をD/A変換器102に供給する。

【0139】上記D/A変換器102は、上記輪郭強調器4からの輝度信号 $Y_{dd}$ と、上記遅延器5からの色差信号 $U_d, V_d$ をアナログ変換し、輝度信号 $Y_{da}$ 、色差信号 $U_a, V_a$ として出力する。

【0140】上述のように、本実施例では、上記図6に示した肌領域検出手段2を適用し、上記肌領域検出手段2により得られた過去の画像に対する顔領域の情報と、現在入力中の画像の画素単位の肌色検出信号により、強調の度合を調整して輪郭強調処理を行っているため、人物の顔の領域を強調することなく他の領域を強調することができる。従って、画像の鮮鋭度を向上させることができる。

【0141】次に、本発明の第6の実施例に係る画像処理装置について説明する。

【0142】上記画像処理装置は、図11に示すように、上述した第5の実施例に係る画像処理装置の構成に加えて、A/D変換器101によりデジタル変換された輝度信号 $Y_d$ と色差信号 $U_d, V_d$ を記憶する画像メモリ6と、上記画像メモリ6に記憶された輝度信号 $Y_d$ と色差信号 $U_d, V_d$ を色の3属性データに変換する座標変換器7と、上記座標変換器7により変換された3属性データが肌の条件を満たしているか否かを検出する肌色画素検出器8とを備えている。

【0143】また、上記画像処理装置では、肌領域検出手段2からは肌色検出信号 $cntl_1$ は出力されず、上記肌色画素検出器8から肌色検出信号 $cntl_1$ が輪郭強調器4に対して出力されることとなる。さらに、上記輪郭強調器4には、画像メモリ6に記憶された輝度信号 $Y_d$ が供給され、遅延器5にも、画像メモリ6に記憶された色差信号 $U_d, V_d$ が供給されることとなる。

【0144】尚、上記図9に示した画像処理装置と同じ

(13)

23

動作を示す箇所には同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【0145】即ち、本実施例では、画像メモリ6を用いて、入力された輝度信号 $Y_d$ と色差信号 $U_d$ 、 $V_d$ に、肌領域検出手段2で顔領域の情報 $i_m$ 、 $i_p$ 、 $j_m$ 、 $j_p$ を検出するのに要する時間に対応した遅延量、例えば、1画素分の遅延量を与える。上記画像メモリ6により遅延された輝度信号 $Y_d$ と色差信号 $U_d$ 、 $V_d$ は、座標変換器7に供給されると共に、上記輝度信号 $Y_d$ は、輪郭強調器4に供給され、上記色差信号 $U_d$ 、 $V_d$ は遅延器5に供給される。

【0146】上記座標変換器7は、上記画像メモリ6からの輝度信号 $Y_d$ と色差信号 $U_d$ 、 $V_d$ を輝度データ $Y$ 、色相データ $H$ 、及び、クロマデータ $C$ に変換し、変換した輝度データ $Y$ 、色相データ $H$ 、及び、クロマデータ $C$ を肌色画素検出器8に供給する。上記肌色画素検出器8は、上記座標変換器7からの輝度データ $Y$ 、色相データ $H$ 、及び、クロマデータ $C$ が肌色の条件、即ち、ヒストグラム生成器12において肌領域を検出する際に用いた上述したような条件

$$Y_{\min} < Y < Y_{\max}$$

$$H_{\min} < H < H_{\max}$$

$$C_{\min} < C < C_{\max}$$

を満たすか否かを判定する。従って、その判定結果が肌色検出信号 $cntl_1$ として輪郭強調器4に供給されることとなる。

【0147】一方、肌領域検出手段2により検出された顔領域の情報 $i_m$ 、 $i_p$ 、 $j_m$ 、 $j_p$ は、輪郭強調器4に供給される。

【0148】上述のような構成をした画像処理装置の動作を説明する。

【0149】A/D変換器101は、入力された輝度信号 $Y_a$ と色差信号 $U_a$ 、 $V_a$ をデジタル変換し、デジタル変換した輝度信号 $Y_d$ と色差信号 $U_d$ 、 $V_d$ を肌領域検出手段2に供給すると共に、画像メモリ6に供給する。

【0150】上記画像メモリ6は、上記A/D変換器101からの輝度信号 $Y_d$ と色差信号 $U_d$ 、 $V_d$ に1画素分の遅延量を与え、遅延量を与えた輝度信号 $Y_d$ と色差信号 $U_d$ 、 $V_d$ を座標変換器7に供給する。また、上記画像メモリ6は、上記輝度信号 $Y_d$ を輪郭強調器4に供給し、上記色差信号 $U_d$ 、 $V_d$ を遅延器5に供給する。

【0151】上記座標変換器7は、上記画像メモリ6からの輝度信号 $Y_d$ と色差信号 $U_d$ 、 $V_d$ を輝度データ $Y$ 、色相データ $H$ 、及び、クロマデータ $C$ に変換し、変換した輝度データ $Y$ 、色相データ $H$ 、及び、クロマデータ $C$ を肌色画素検出器8に供給する。上記肌色画素検出器8は、上記座標変換器7からの輝度データ $Y$ 、色相データ $H$ 、及び、クロマデータ $C$ が肌色の条件を満たしているか否かの判定を行い、判定結果を肌色検出信号 $cntl_1$ として輪郭強調器4に供給する。

24

【0152】一方、肌領域検出手段2は、上記A/D変換器101からの輝度信号 $Y_d$ と色差信号 $U_d$ 、 $V_d$ から肌領域を検出し、検出した肌領域を解析することにより顔領域を検出し、検出した顔領域の情報 $i_m$ 、 $i_p$ 、 $j_m$ 、 $j_p$ を輪郭強調器4に供給する。上記輪郭強調器4は、上記画像メモリ6からの輝度信号 $Y_d$ に輪郭強調処理を施して、輪郭強調処理を施した輝度信号 $Y_{da}$ をD/A変換器102に供給する。

【0153】この時、上記肌領域検出手段2からの顔領域の情報 $i_m$ 、 $i_p$ 、 $j_m$ 、 $j_p$ で示される領域に、現在の処理対象となっている輝度信号 $Y_d$ に対応する画素が含まれており、且つ、上記肌領域検出手段2からの肌色検出信号 $cntl_1$ が現在の処理対象となっている画素は肌色であることを示している場合、上記輪郭強調器4は、強調の度を小さくして上記輝度信号 $Y_d$ に輪郭強調処理を施し、輪郭強調処理を施した輝度信号 $Y_{da}$ をD/A変換器102に供給する。

【0154】また、上記遅延器5は、上記画像メモリ6からの色差信号 $U_a$ 、 $V_a$ を遅延して上記輪郭強調器4で輪郭強調処理が施された輝度信号 $Y_{da}$ との同期をとり、遅延した色差信号 $U_a$ 、 $V_a$ をD/A変換器102に供給する。

【0155】上記D/A変換器102は、上記輪郭強調器4からの輝度信号 $Y_{da}$ と、上記遅延器5からの色差信号 $U_d$ 、 $V_d$ をアナログ変換し、輝度信号 $Y_a^d$ 、色差信号 $U_a$ 、 $V_a$ として出力する。

【0156】上述のように、上記肌領域検出手段2で得られる顔領域の情報 $i_m$ 、 $i_p$ 、 $j_m$ 、 $j_p$ は、輪郭強調器4で実際に輪郭強調処理を施す画像から求められたものである。従って、より正確な顔領域の位置を輪郭強調処理に反映させることができるため、画像の鮮鋭度をより向上させることができる。

【0157】次に、本発明の第7の実施例に係る画像処理装置について説明する。

【0158】上記画像処理装置は、図12に示すように、上述した第7の実施例に係る画像処理装置の構成に加えて、A/D変換器101によりデジタル変換された輝度信号 $Y_d$ と色差信号 $U_d$ 、 $V_d$ からシーンの変わり目を検出するシーンチェンジ検出器9と、上記シーンチェンジ検出器9の検出結果に基づいて肌領域検出手段2により得られた顔領域の情報 $i_m$ 、 $i_p$ 、 $j_m$ 、 $j_p$ に対して時間的平滑化処理を施す顔領域平滑化器10とを備えている。

【0159】また、上記画像処理装置では、肌領域検出手段2により得られた顔領域の情報 $i_m$ 、 $i_p$ 、 $j_m$ 、 $j_p$ は、顔領域平滑化器10を介して輪郭強調器4に供給される。さらに、上記画像処理装置では、画像メモリ6における遅延量は、肌領域検出手段2で顔領域の情報を検出するのに要する時間の2倍の遅延量とし、肌領域検出手段2により得られた顔領域の情報 $i_m$ 、 $i_p$ 、 $j_m$ 、 $j_p$

(14)

25

と輪郭強調器4で輪郭強調処理が施される画像とを完全に対応させている。

【0160】尚、上記図11に示した画像処理装置と同じ動作を示す箇所には同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【0161】即ち、シーンチェンジ検出器9は、入力された輝度信号 $Y_d$ と色差信号 $U_d$ 、 $V_d$ に対応する画像と、肌領域検出手段2により得られた顔領域の情報 $i_m$ 、 $i_p$ 、 $j_m$ 、 $j_p$ に対応する画像の間でシーンチェンジが発生したか否かを検出する。

【0162】具体的に説明すると、例えば、上記肌領域検出手段2で顔領域の情報を検出するのに要する時間が1画像分である場合、上記シーンチェンジ検出器9は、輪郭強調器4で輪郭強調処理が施される画像と、それよりも時間的に1画像分前に入力されている画像の間でシーンチェンジが発生したか否かを検出する。

【0163】このようなシーンチェンジの検出は、従来用いられている検出方法を適用することができる。

【0164】従って、上記シーンチェンジ検出器9の検出結果は、制御信号 $cnt1_2$ として顔領域平滑化器10に供給される。

【0165】上記顔領域平滑化器10は、肌領域検出手段2により得られた顔領域の情報 $i_m$ 、 $i_p$ 、 $j_m$ 、 $j_p$ の空間的な位置を時間的に平滑化して顔領域の情報 $i_{dm}$ 、 $i_{dp}$ 、 $j_{dm}$ 、 $j_{dp}$ として輪郭強調器4に供給する。

【0166】例えば、時間的平滑化処理として、時刻 $n$ の画像から算出された顔領域境界座標 $l_n$  ( $= i_m$ 、 $i_p$ 、 $j_m$ 、 $j_p$ )と、時刻 $n$ の画像に対する輪郭強調処理に用いられる境界座標 $l_{dn}$  ( $= i_{dm}$ 、 $i_{dp}$ 、 $j_{dm}$ 、 $j_{dp}$ )と、現在時刻に得られた境界座標の寄与率 $p$ とを持

$$l_{dn} = p l_n + (1 - p) l_{dn-1}$$

なる再帰的フィルタリングを用いる。

【0167】この時、上記シーンチェンジ検出器9からの制御信号 $cnt1_2$ がシーンチェンジ発生を示している場合、上記顔領域平滑化器10は、上述のような時間的平滑化処理を行わず、肌領域検出手段2により得られた顔領域の情報 $i_m$ 、 $i_p$ 、 $j_m$ 、 $j_p$ をそのまま輪郭強調器4に供給する。

【0168】上述のような構成をした画像処理装置の動作を説明する。

【0169】A/D変換器101は、入力された輝度信号 $Y_a$ と色差信号 $U_a$ 、 $V_a$ をデジタル変換し、デジタル変換した輝度信号 $Y_d$ と色差信号 $U_d$ 、 $V_d$ を肌領域検出手段2、画像メモリ6、及び、シーンチェンジ検出器9に各々供給する。

【0170】上記画像メモリ6は、上記A/D変換器101からの輝度信号 $Y_d$ と色差信号 $U_d$ 、 $V_d$ に1画素分の遅延量を与え、遅延量を与えた輝度信号 $Y_d$ と色差信号 $U_d$ 、 $V_d$ を座標変換器7に供給する。また、上記画像

26

メモリ6は、上記輝度信号 $Y_d$ を輪郭強調器4に供給し、上記色差信号 $U_d$ 、 $V_d$ を遅延器5に供給する。

【0171】上記座標変換器7は、上記画像メモリ6からの輝度信号 $Y_d$ と色差信号 $U_d$ 、 $V_d$ を輝度データ $Y$ 、色相データ $H$ 、及び、クロマデータ $C$ に変換し、変換した輝度データ $Y$ 、色相データ $H$ 、及び、クロマデータ $C$ を肌色画素検出器8に供給する。

【0172】上記肌色画素検出器8は、上記座標変換器7からの輝度データ $Y$ 、色相データ $H$ 、及び、クロマデータ $C$ が肌色の条件を満たしているか否かの判定を行い、判定結果を肌色検出信号 $cnt1_1$ として輪郭強調器4に供給する。

【0173】一方、肌領域検出手段2は、上記A/D変換器101からの輝度信号 $Y_d$ と色差信号 $U_d$ 、 $V_d$ から肌領域を検出し、検出した肌領域を解析することにより顔領域を検出し、検出した顔領域の情報 $i_m$ 、 $i_p$ 、 $j_m$ 、 $j_p$ を顔領域平滑化器10に供給する。

【0174】また、シーンチェンジ検出器9は、上記A/D変換器101からの輝度信号 $Y_d$ と色差信号 $U_d$ 、 $V_d$ に対応する画像と、上記肌領域検出手段2により得られた顔領域の情報 $i_m$ 、 $i_p$ 、 $j_m$ 、 $j_p$ に対応する画像の間でシーンチェンジが発生したか否かを検出し、検出結果を制御信号 $cnt1_2$ として顔領域平滑化器10に供給する。

【0175】上記顔領域平滑化器10は、上記シーンチェンジ検出器9からの制御信号 $cnt1_2$ に基いて、上記肌領域検出手段2からの顔領域の情報 $i_m$ 、 $i_p$ 、 $j_m$ 、 $j_p$ の空間的な位置を時間的に平滑化し、平滑化した顔領域の情報 $i_{dm}$ 、 $i_{dp}$ 、 $j_{dm}$ 、 $j_{dp}$ を輪郭強調器4に供給する。

【0176】上記輪郭強調器4は、上記画像メモリ6からの輝度信号 $Y_d$ に輪郭強調処理を施して、輪郭強調処理を施した輝度信号 $Y_{da}$ をD/A変換器102に供給する。この時、上記顔領域平滑化器10からの顔領域の情報 $i_{dm}$ 、 $i_{dp}$ 、 $j_{dm}$ 、 $j_{dp}$ で示される領域に、現在の処理対象となっている輝度信号 $Y_d$ に対応する画素が含まれており、且つ、上記肌領域検出手段2からの肌色検出信号 $cnt1_1$ が現在の処理対象となっている画素は肌色であることを示している場合、上記輪郭強調器4は、強調の度合を小さくして上記輝度信号 $Y_d$ に輪郭強調処理を施し、輪郭強調処理を施した輝度信号 $Y_{da}$ をD/A変換器102に供給する。

【0177】また、上記遅延器5は、上記画像メモリ6からの色差信号 $U_a$ 、 $V_a$ を遅延して上記輪郭強調器4で輪郭強調処理が施された輝度信号 $Y_{da}$ との同期をとり、遅延した色差信号 $U_a$ 、 $V_a$ をD/A変換器102に供給する。

【0178】上記D/A変換器102は、上記輪郭強調器4からの輝度信号 $Y_{da}$ と、上記遅延器5からの色差信号 $U_d$ 、 $V_d$ をアナログ変換し、輝度信号 $Y_a^d$ 、色差信号

(15)

27

$U_a$ ,  $V_a$ として出力する。

【0179】上述のように、本実施例では、同一シーンであった場合には、肌領域検出手段2により得られた顔領域の情報  $i_m$ ,  $i_p$ ,  $j_m$ ,  $j_p$  に対して時間的平滑化処理を施さないため、同一シーンにおける顔領域の時間的変動を緩和することができる。従って、画像の鮮鋭度を向上させることができる。尚、上述の実施例では、上述した第7の実施例に係る画像処理装置の構成にシーンチェンジ検出器9と顔領域平滑化器10を付加することとしたが、上述した第5の実施例に係る画像処理装置の構成にシーンチェンジ検出器9と顔領域平滑化器10を付加することとしてもよい。

【0180】次に、本発明の第8の実施例に係る画像処理装置について説明する。

【0181】上記画像処理装置は、上述した第5の実施例に係る画像処理装置の輪郭強調器4を階調変換器に置き換えたものである。

【0182】上記階調変換器は、図13に示すように、係数算出器41と、係数平滑化器42と、レベル変換器403と、重み付き加算器404とを備えている。

【0183】尚、上記図10に示した輪郭強調器と同じ動作を示す箇所には同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【0184】上記係数算出器41と係数平滑化器42は、上述した輪郭強調器4に設けられているものと同じものであり、上記輪郭強調器4の場合と同様にして、平滑化補正係数  $c_{dij}$  を算出し、算出した平滑化補正係数  $c_{dij}$  をレベル変換器403に供給する。

【0185】上記レベル変換器403は、入力された輝度信号  $Y_d$  に対して階調変換処理を施し、階調変換処理を施した輝度信号  $Y_{ce}$  を生成する。

【0186】上記階調変換は、変換関数  $g$  を持つて  $Y_{ce} = g(Y_d)$

で示され、変換関数  $g$  は、例えば、図14に示すように、非線形の単調増加関数である。また、その形状は変換すべき画像の性質に依存する。このようにして画像から変換関数  $g$  を構成する方法は、従来用いられている方法を適用することができる。

【0187】上記レベル変換器403により階調変換処理が施された輝度信号  $Y_{ce}$  は、重み付き加算器404に供給される。上記重み付き加算器404には、上記レベル変換器403から輝度信号  $Y_{ce}$  が供給されると共に、入力された輝度信号  $Y_d$  が供給される。また、係数平滑化器42により得られた平滑化補正係数  $c_{dij}$  が、上記レベル変換器403を介して上記重み付き加算器404に供給される。

【0188】上記重み付き加算器404は、入力された輝度信号  $Y_d$  と、上記レベル変換器403からの輝度信号  $Y_{ce}$  の重み付き加算を行う。この時に用いる重みは、係数平滑化器42により得られた平滑化補正係数  $c_{dij}$

28

を用いる。

【0189】即ち、入力された輝度信号  $Y_d$  に対して階調変換処理が施された輝度信号  $Y_{d'}$  は、

$$Y_{d'} = (1 - c_{dij}) Y_d + c_{dij} Y_{ce}$$

なる演算により求められる。

【0190】これは、現在の画素が顔領域内に位置し、且つ、肌色であった場合、即ち、平滑化補正係数  $c_{dij}$  が小さい場合には、入力された輝度信号  $Y_d$  の重みが大きくなり、それ以外の場合には、レベル変換器403により階調変換処理が施された輝度信号  $Y_{ce}$  の重みが大きくなることを示している。

【0191】上述のように、本実施例では、入力中の画像の画素単位の肌色検出信号  $cnt1_1$  に基いた平滑化補正係数  $c_{dij}$  により、重み調整して階調変換処理を行っているため、人物の顔領域を階調変換することなく他の領域を階調変換することにより、画像のコントラスト感を向上させることができる。

【0192】尚、上述した実施例では、上述した第5の実施例に係る画像処理装置の輪郭強調器4を階調変換器に置き換えるものとしたが、上述した第6の実施例に係る画像処理装置の輪郭強調器4を階調変換器に置き換えるものとしてもよい。この場合、肌領域検出手段2により得られる顔領域の情報  $i_m$ ,  $i_p$ ,  $j_m$ ,  $j_p$  は、実際に階調変換処理を行う画像から算出されたものであるため、より正確に顔領域の位置を階調変換処理に反映させることができる。従って、画像のコントラスト感をさらに向上させることができる。

【0193】また、上述した第7の実施例に係る画像処理装置の輪郭強調器4を階調変換器に置き換えるものとしてもよい。この場合、同一シーンにおける顔領域の時間的変動を緩和することができるため、画像のコントラスト感をさらに向上させることができる。

【0194】尚、上述した第5～第8の実施例では、第3の実施例に係る画像処理装置の肌領域検出手段を適用するものとしたが、第1、第2、及び、第4の実施例に係る画像処理装置の肌領域検出手段を適用するものとしてもよい。

【0195】

【発明の効果】本発明に係る画像処理装置では、変換手段は、デジタル化された人物画像データの輝度データと色差データを輝度データと色相データとクロマデータの3属性データに変換する。肌色画素抽出手段は、上記変換手段により得られた3属性データから肌色画素を抽出する。肌色画素分布生成手段は、上記肌色画素抽出手段により抽出された肌色画素の空間的な肌色画素分布を生成する。顔領域判定手段は、上記肌色画素分布生成手段により生成された肌色画素分布から肌色画素が密集する領域を肌色領域として人物画像の顔領域を判定する。これにより、人物の肌色領域の解析、及び、人物の顔領域の検出を高速に且つ正確に行うことができる。



(16)

29

【0196】また、本発明に係る画像処理装置では、上記肌色画素分布生成手段は、人物画像の各水平位置毎に垂直方向に並ぶ肌色画素の数を累積した水平方向の肌色画素ヒストグラムである肌色画素分布を生成する。これにより、人物の肌色領域の解析、及び、人物の顔領域の検出をより正確に行うことができる。

【0197】また、本発明に係る画像処理装置では、上記肌色画素分布生成手段は、人物画像の各水平位置毎に垂直方向に並ぶ肌色画素の数を累積した水平方向の肌色画素ヒストグラムと人物画像の各垂直位置毎に水平方向に並ぶ肌色画素の数を累積した垂直方向の肌色画素ヒストグラムである肌色画素分布を生成する。これにより、人物の肌色領域の解析、及び、人物の顔領域の検出をより正確に行うことができる。

【0198】また、本発明に係る画像処理装置では、上記顔領域判定手段は、上記肌色画素分布生成手段により生成された肌色画素分布から肌色領域の大きさと縦横の長さの比を解析することにより顔領域を判定する。これにより、人物の肌色領域の解析、及び、人物の顔領域の検出をより正確に行うことができる。

【0199】また、本発明に係る画像処理装置では、垂直輝度変化検出手段は、上記変換手段により得られた輝度データから肌色領域における垂直方向の輝度変化を検出する。上記肌色画素分布生成手段は、上記肌色画素抽出手段により抽出された肌色画素の空間的な肌色画素分布を生成すると共に上記垂直輝度変化検出手段により検出された肌色領域における垂直方向の輝度変化の輝度変化分布を生成する。上記顔領域判定手段は、上記肌色画素分布生成手段により生成された肌色画素分布と輝度変化分布とから人物画像の顔領域を判定する。これにより、人物の肌色領域の解析、及び、人物の顔領域の検出をより正確に行うことができる。

【0200】また、本発明に係る画像処理装置では、ブロック内算出手段は、上記変換手段により得られた3属性データをブロックに分割した各ブロック毎の平均値を算出する。上記肌色画素抽出手段は、上記ブロック内算出手段により算出された各ブロックの平均値から肌色ブロックを抽出する。上記肌色画素分布生成手段は、上記肌色画素抽出手段により抽出された肌色ブロックの空間的な肌色ブロック分布を生成する。上記顔領域判定手段は、上記肌色画素分布生成手段により生成された肌色ブロック分布から人物画像の顔領域を判定する。これにより、人物の肌色領域の解析、及び、人物の顔領域の検出をより正確に行うことができる。

【0201】また、本発明に係る画像処理装置では、ブロック内算出手段は、上記変換手段により得られた3属性データをブロックに分割した各ブロック毎の平均値と上記垂直輝度変化検出手段により検出された輝度変化をブロックに分割したブロックの輝度変化の最大値を算出する。上記肌色画素抽出手段は、上記ブロック内算出手

30

段により算出された各ブロックの平均値から肌色ブロックを抽出する。上記肌色画素分布生成手段は、上記肌色ブロック抽出手段により抽出された肌色ブロックの空間的な肌色ブロック分布と上記ブロック内算出手段により算出されたブロックの輝度変化の最大値の輝度変化分布を生成する。上記顔領域判定手段は、上記肌色画素分布生成手段により生成された肌色ブロック分布及び輝度変化分布から人物画像の顔領域を判定する。これにより、人物の肌色領域の解析、及び、人物の顔領域の検出をより正確に行うことができる。

【0202】また、本発明に係る画像処理装置では、輪郭強調手段は、上記肌領域検出手段により検出された肌領域情報に基いた制御により入力された人物画像データの輝度データに輪郭強調処理を行う。遅延手段は、入力された人物画像データの色差データを上記輪郭強調処理に要する時間に対応した遅延量を与える。これにより、人物の顔領域を輪郭強調することなく他の領域を輪郭強調することにより、画像の鮮鋭度を向上させることができる。

【0203】また、本発明に係る画像処理装置では、記憶手段は、輝度データと色差データに変換された人物画像データを上記肌領域検出手段で肌領域情報を検出するのに要する時間に対応した遅延量を与えて記憶する。変換手段は、上記記憶手段に記憶された人物画像データを輝度データと色相データとクロマデータの3属性データに変換する。検出手段は、上記変換手段により得られた3属性データから肌色データを検出する。上記遅延手段は、上記記憶手段に記憶された色差データに上記輪郭強調処理に要する時間に対応した遅延量を与える。上記輪郭強調手段は、上記肌領域検出手段により検出された肌領域情報に基いた制御により上記検出手段により検出された上記判定結果に対応する人物画像データの輝度データに輪郭強調処理を行う。これにより、画像の鮮鋭度をさらに向上させることができる。また、本発明に係る画像処理装置では、シーンチェンジ検出手段は、入力された人物画像データからシーンの変わり目を検出する。平滑化手段は、上記シーンチェンジ検出手段の検出結果に基いて同じシーンが連続した場合のみ上記肌領域検出手段により検出された肌領域情報の空間的な位置を時間的に平滑化する。上記輪郭強調手段は、上記平滑化手段からの肌領域情報に基いた制御により上記検出手段により検出された上記判定結果に対応する人物画像データの輝度データに輪郭強調処理を行う。これにより、同一シーンにおける顔領域の時間的変動を緩和することができるため、画像の鮮鋭度をさらに向上させることができる。

【0204】また、本発明に係る画像処理装置では、階調変換手段は、上記肌領域検出手段により検出された肌領域情報に基いた制御により入力された人物画像データの輝度データの階調特性を変換する。遅延手段は、入力された人物画像データの色差データを上記階調変換手段

(17)

31

で階調特性を変換するのに要する時間に対応した遅延量を与える。これにより、人物の顔領域を階調変換することなく他の領域を階調変換することにより、画像のコントラスト感を向上させることができる。

【0205】また、本発明に係る画像処理装置では、記憶手段は、輝度データと色差データに変換された人物画像データを上記肌領域検出手段で肌領域情報を検出するのに要する時間に対応した遅延量を与えて記憶する。変換手段は、上記記憶手段に記憶された人物画像データを輝度データと色相データとクロマデータの3属性データに変換する。検出手段は、上記変換手段により得られた3属性データから肌色データを検出する。上記遅延手段は、上記記憶手段に記憶された色差データに上記階調変換手段で階調特性を変換するのに要する時間に対応した遅延量を与える。上記階調変換手段は、上記肌領域検出手段により検出された肌領域情報に基いた制御により上記検出手段により検出された上記判定結果に対応する人物画像データの輝度データの階調特性を変換する。これにより、画像のコントラスト感をさらに向上させることができる。

【0206】また、本発明に係る画像処理装置では、シーンチェンジ検出手段は、入力された人物画像データからシーンの変わり目を検出する。平滑化手段は、上記シーンチェンジ検出手段の検出結果に基いて同じシーンが連続した場合のみ上記肌領域検出手段により検出された肌領域情報の空間的な位置を時間的に平滑化する。上記階調変換手段は、上記平滑化手段からの肌領域情報に基いた制御により上記検出手段により検出された上記判定結果に対応する人物画像データの輝度データの階調特性を変換する。これにより、同一シーンにおける顔領域の時間的変動を緩和することができるため、画像のコントラスト感をさらに向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例に係る画像処理装置の肌領域検出手段の構成を示すブロック図である。

【図2】画像の走査方向を表した図である。

【図3】水平方向の肌色画素ヒストグラムの生成処理を

32

説明するための図である。

【図4】上記肌色画素ヒストグラムの解析処理を説明するための図である。

【図5】水平方向及び垂直方向の肌色画素ヒストグラムの生成処理を説明するための図である。

【図6】本発明の第3の実施例に係る画像処理装置の肌領域検出手段の構成を示すブロック図である。

【図7】本発明の第4の実施例に係る画像処理装置の肌領域検出手段の構成を示すブロック図である。

10 【図8】水平方向及び垂直方向の肌色ブロックヒストグラムの生成処理を説明するための図である。

【図9】本発明の第5の実施例に係る画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【図10】上記画像処理装置の輪郭強調器の構成を示すブロック図である。

【図11】本発明の第6の実施例に係る画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【図12】本発明の第7の実施例に係る画像処理装置の構成を示すブロック図である。

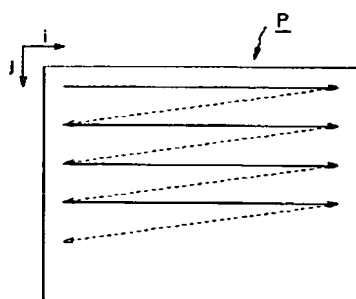
20 【図13】上記画像処理装置の階調変換器の構成を示すブロック図である。

【図14】階調変換関数を示す図である。

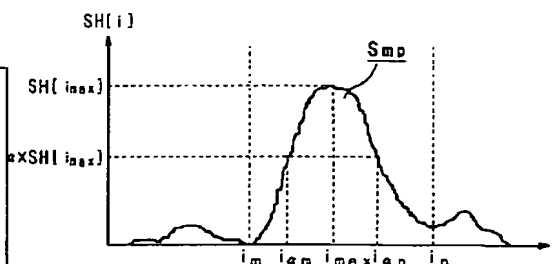
【符号の説明】

- 1, 2, 3 肌領域検出手段
- 4 輪郭強調器
- 5 遅延器
- 6 画像メモリ
- 7 座標変換器
- 8 肌色画素検出器
- 9 シーンチェンジ検出器
- 10 顔領域平滑化器
- 11 座標変換器
- 12 ヒストグラム生成器
- 13 メモリ
- 14 顔領域判定器
- 21 垂直輝度変化検出器
- 31 ブロック内特徴量算出器

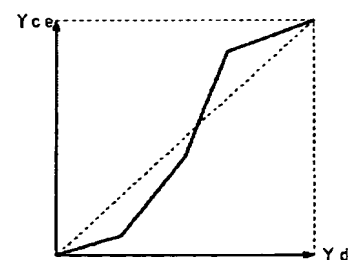
【図2】



【図4】

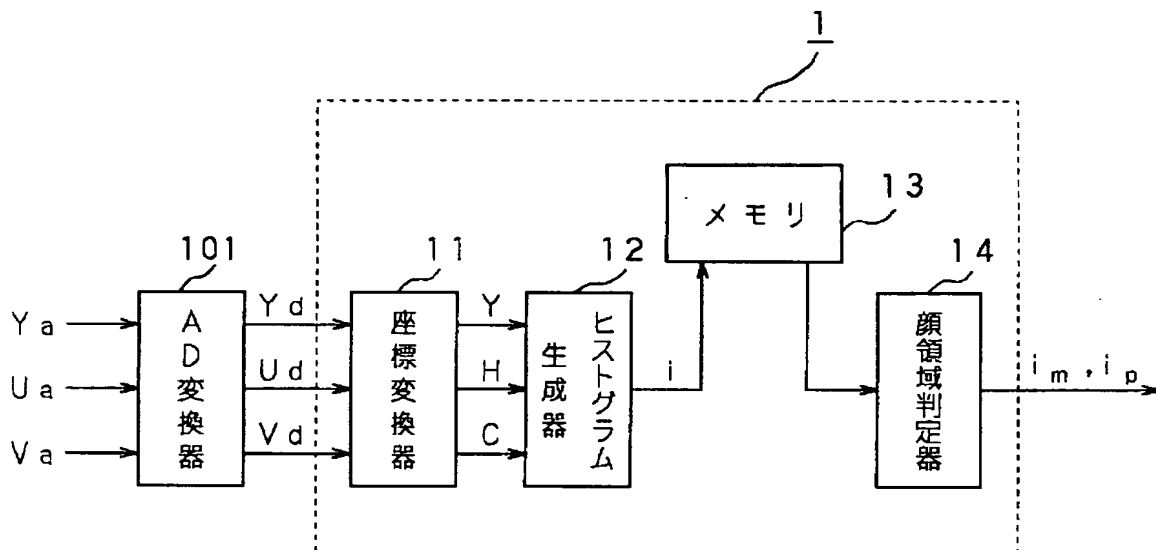


【図14】

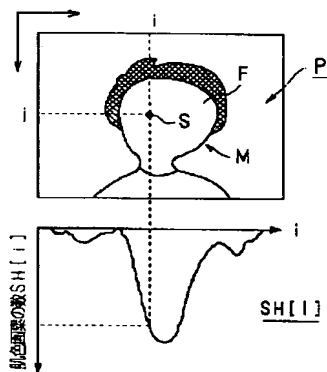


(18)

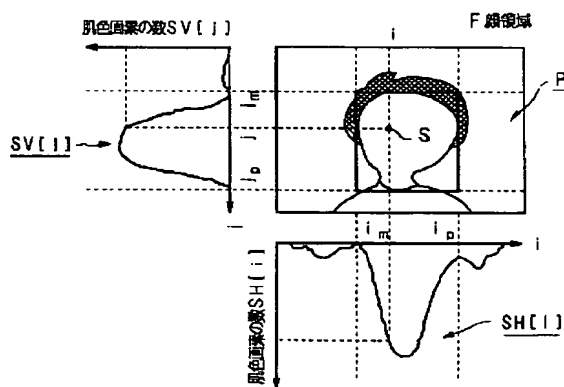
【図1】



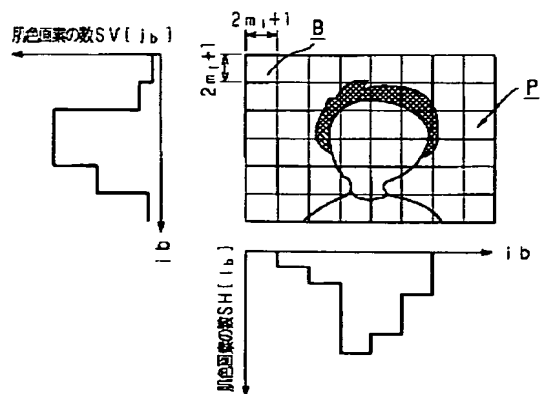
【図3】



【図5】

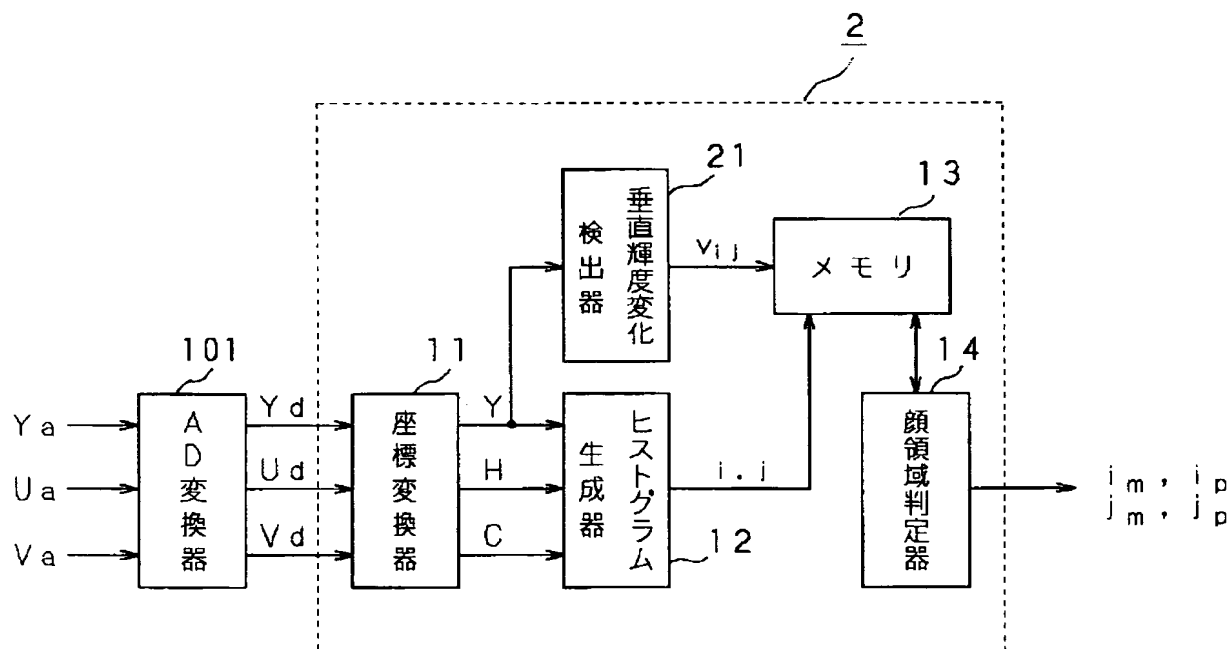


【図8】

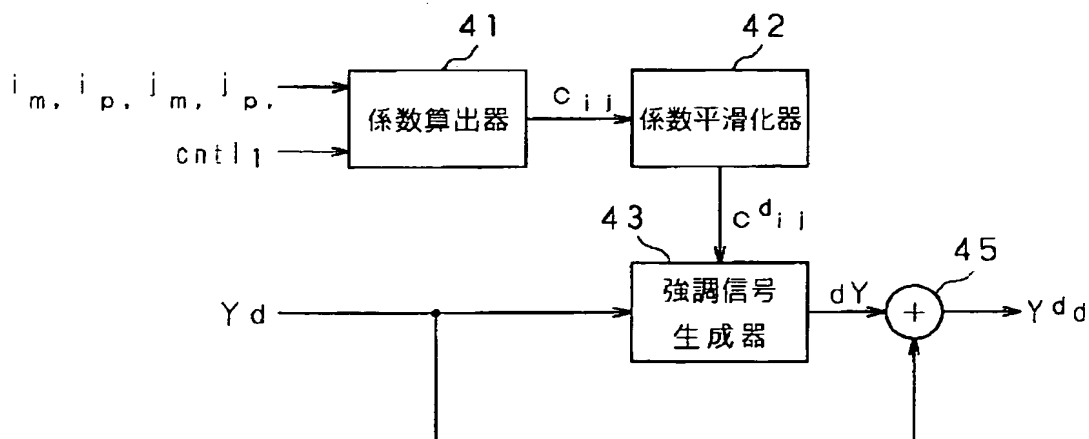


(19)

【図6】

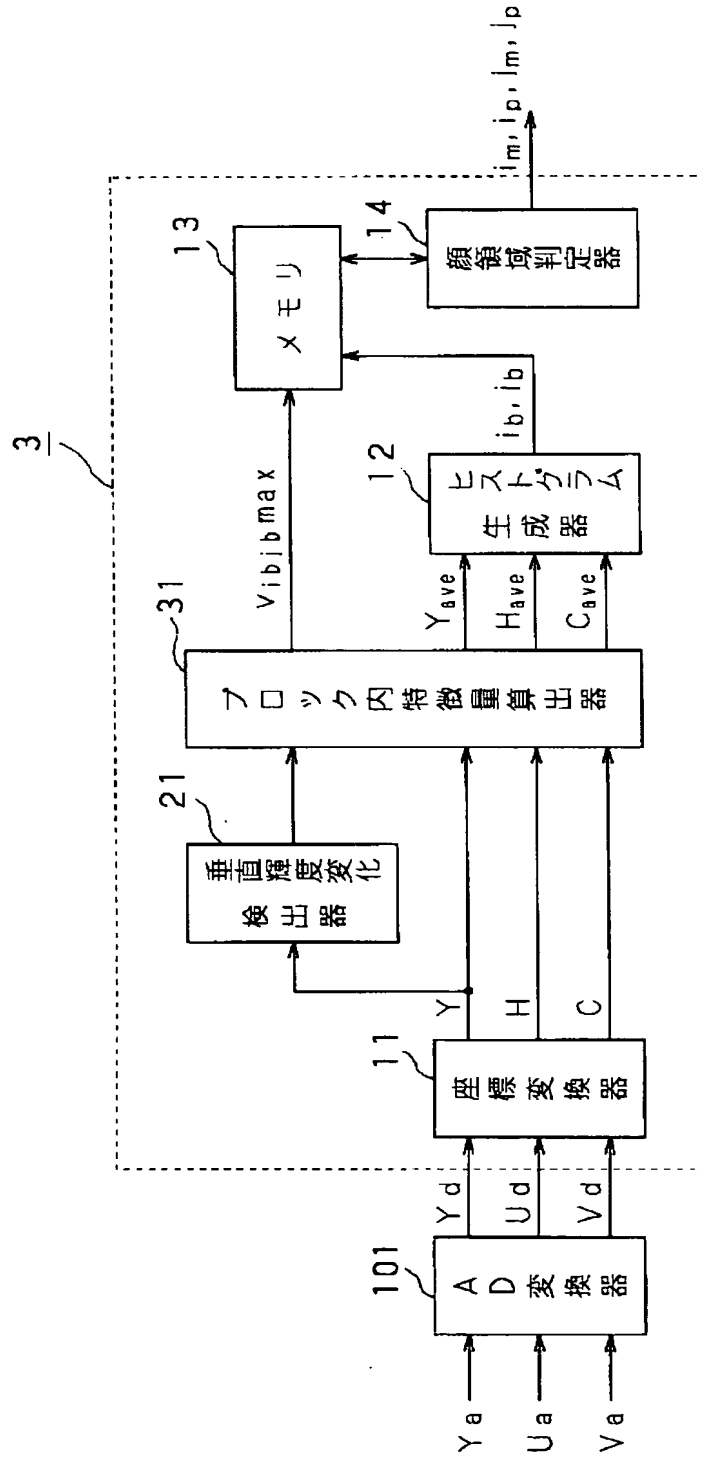


【図10】



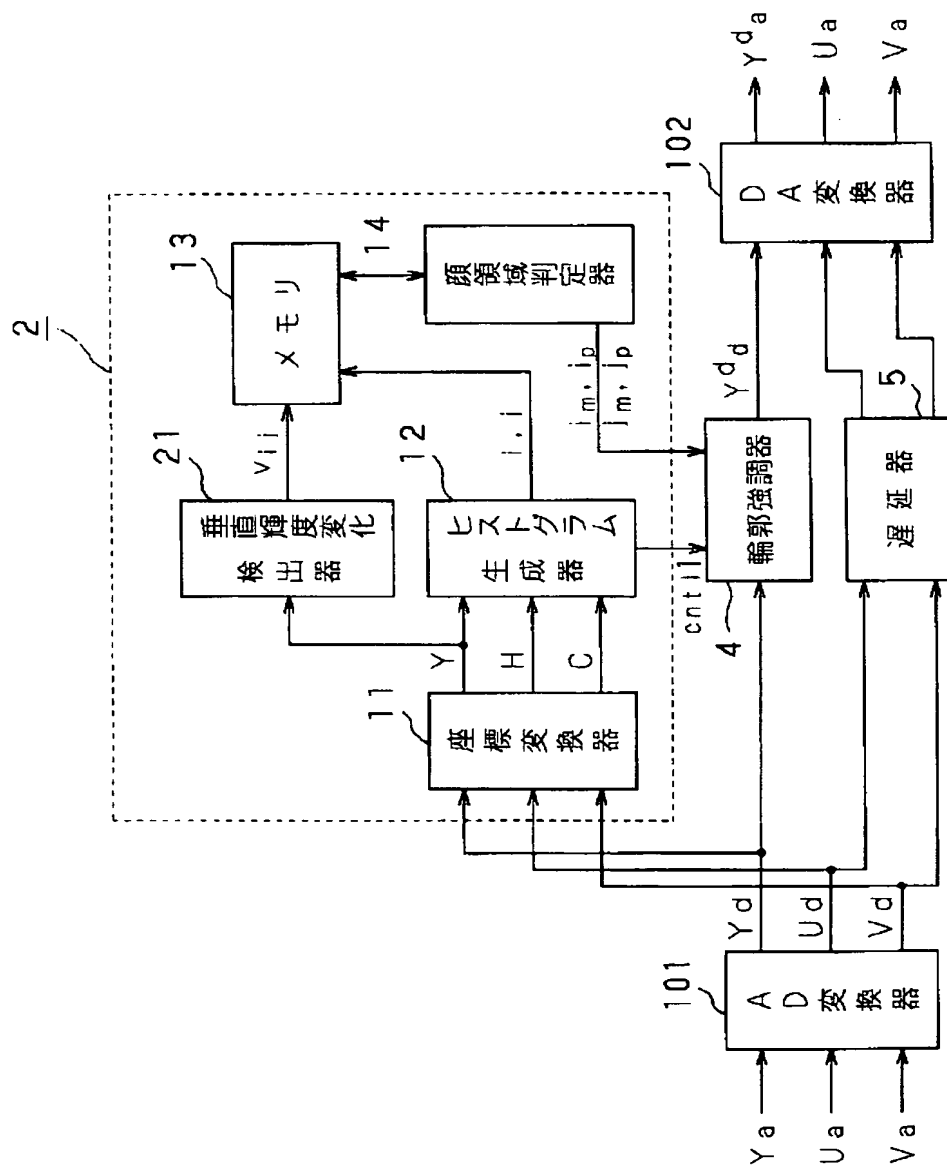
(20)

【図7】



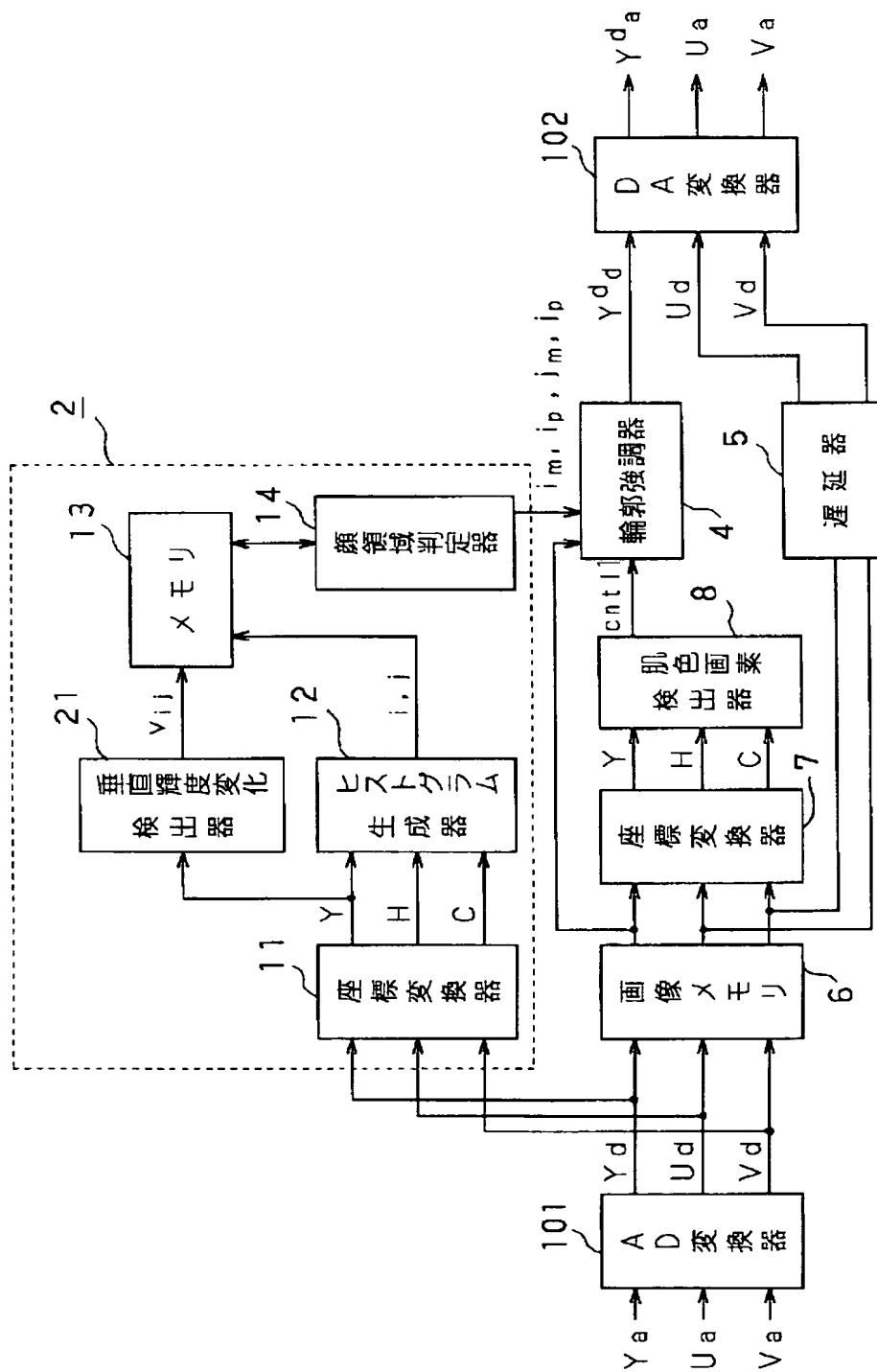
(21)

【図9】



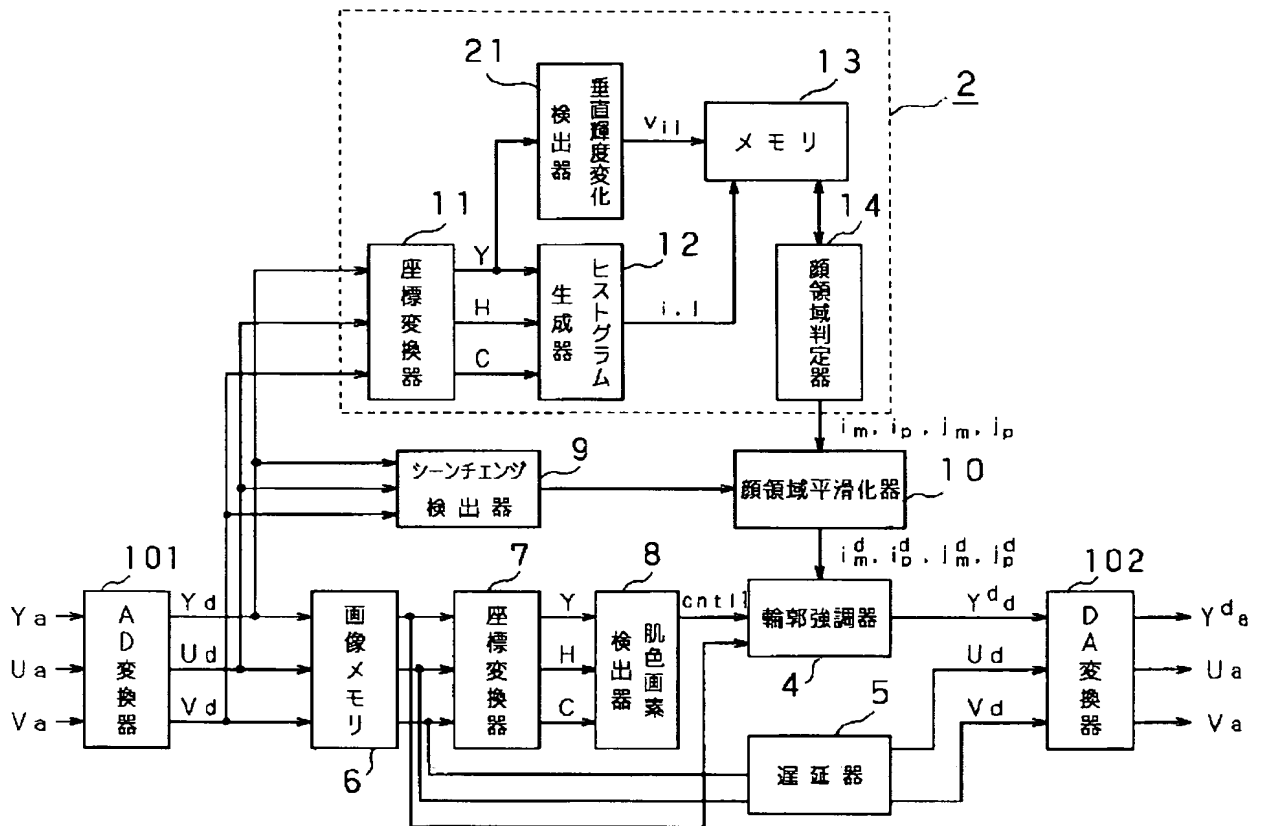
(22)

【図11】



(23)

【図12】



【図13】

